

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA FINANČÍ

Stanovení solventnosti pojistitele dle konceptu Solvency II a její predikce

Insurance Company's Solvency Determination by Solvency II Concept and its Prediction

Student: Bc. Nikola Beránková

Vedoucí diplomové práce: Ing. Martina Borovcová, Ph.D

Ostrava 2015

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Ekonomická fakulta
Katedra financí

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Nikola Beránková**

Studijní program: N6202 Hospodářská politika a správa

Studijní obor: 6202T010 Finance

Téma: Stanovení solventnosti pojistitele dle konceptu Solvency II a její
predikce
Insurance Company`s Solvency Determination by Solvency II Concept
and its Prediction

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
 2. Teoretická východiska Solvency II
 3. Metodika výpočtu a predikce solventnosti
 4. Stanovení a predikce solventnosti pojistitele
 5. Závěr
- Seznam použité literatury
Seznam zkratk
Prohlášení o využití výsledků diplomové práce
Seznam příloh
Přílohy

Seznam doporučené odborné literatury:

BOOTH, P., R. CHADBURN, S. HABERMAN, D. JAMES, Z. KHORASANEE, R. H. PLUMB and B. RICKAYZEN. *Modern Actuarial Theory and Practice*. 2nd ed. Boca Raton: Chapman&Hall/CRC, 2005. 799 s. ISBN 1-58488-368-5.

CIPRA, Tomáš. *Kapitálová přiměřenost ve financích a solventnost v pojišťovnictví*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2002. 271 s. ISBN 80-86119-54-8.

ZMEŠKAL, Z., D. DLUHOŠOVÁ a T. TICHÝ. *Finanční modely: koncepty, metody, aplikace*. 3. přeprac. a rozšíř. vyd. Praha: Ekopress, 2013. 267 s. ISBN 978-80-86929-91-0.

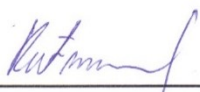
Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

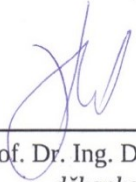
Vedoucí diplomové práce: **Ing. Martina Borovcová, Ph.D.**

Datum zadání: 21.11.2014

Datum odevzdání: 25.04.2015

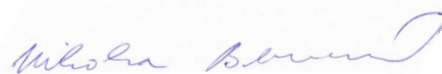



Ing. Iveta Ratmanová, Ph.D.
vedoucí katedry


prof. Dr. Ing. Dana Dluhošová
děkanka fakulty

„ Prohlašuji, že jsem celou práci, včetně všech příloh, vypracovala samostatně.“

V Ostravě, dne 24. dubna 2015



.....
Nikola Beránková

Na tomto místě chci poděkovat své vedoucí diplomové práce paní Ing. Martině Borovcové, Ph.D. a také panu Ing. Miroslavu Čulíkovi, Ph.D. za cenné rady, ochotu a trpělivost, které mi poskytli při zpracování své diplomové práce.

Obsah

1	Úvod.....	5
2	Teoretická východiska Solvency II.....	7
2.1	Přístupy k vykazování solventnosti	8
2.2	Legislativní rámec Solvency I	9
2.2.1	Technické rezervy a finanční umístění	10
2.2.2	Základní kapitál	12
2.2.3	Výpočet solventnosti.....	13
2.2.4	Dohled České národní banky	17
2.3	Legislativní rámec Solvency II.....	18
2.3.1	Lamfalussyho proces	20
2.3.2	Kapitál pojišťovny	21
2.3.3	Rizika pojišťoven.....	21
2.3.4	Výpočet solventnostního kapitálového požadavku.....	24
2.3.5	Výpočet minimálního kapitálového požadavku	26
2.3.6	Pilíře Solvency II	27
2.3.7	Finanční umístění.....	31
2.3.8	Srovnání Solvency II a přístupu RBC.....	31
3	Metodika výpočtu a predikce solventnosti	34
3.1	Náhodný vývoj ceny akcie	34
3.1.1	Mean-reversion modely	35
3.2	Rozdělení pravděpodobnosti	37
3.3	Value at Risk	38
3.3.1	Vztahy pro výpočet parametrů portfolia	39
3.3.2	Analytický výpočet Value at Risk	41
3.3.3	Simulace Monte Carlo	42
3.3.4	Výhody a nevýhody VaR.....	44
3.4	Conditional Value at Risk.....	45

3.5	Metodologie predikce	46
4	Stanovení a predikce solventnosti pojistitele	49
4.1	Výpočet základních údajů	49
4.2	Stanovení solventnosti pomocí VaR.....	52
4.3	Stanovení solventnosti pomocí CVaR.....	55
4.4	Stanovení solventnosti pro další období	56
5	Závěr	59
	Seznam použité literatury	61
	Seznam zkratek.....	63
	Prohlášení o využití výsledků diplomové práce	
	Seznam příloh	

1 Úvod

Pojišťovny jsou instituce, kterým bylo vydáno povolení pro provozování činnosti poskytování životního a neživotního pojištění. Jsou to podniky, které přijímají peněžní prostředky pojistníků, aby kryly případné negativní události, kterým jsou pojistníci vystaveni. Tyto prostředky pojišťovny umísťují na finančních trzích do různých instrumentů, aby se zhodnocovaly. Protože pojišťovny disponují velkým objemem těchto cizích zdrojů, které tvoří většinu celkového kapitálu, jsou povinny dodržovat určitá regulatorní opatření tak, aby byly schopny v případě nenadálé události vyplatit klientům pojistná plnění z uzavřených smluv. Tato opatření se vyvíjela společně s rozšiřováním Evropské unie a postupně se harmonizovala. Aby však bylo možné požadovaný kapitál držený pojišťovnou efektivně stanovit, je nutné zohlednit všechna rizika, kterým je pojišťovna vystavena. Proto byla kvůli nedostatkům vytvořena nová koncepce pro stanovení kapitálového požadavku, Solvency II. Ve výpočtu jsou právě zohledněny nová pravidla regulace a všechna rizika tak, aby koncepce přispěla především k ochraně pojistníků a oprávněných osob.

Velkou položkou finančního umístění pojišťoven bývají akcie. Investování do akcií je oblíbené z důvodu vyššího výnosu než při investování do jiných instrumentů, např. do dluhopisů. Nicméně investoři se musí potýkat také s větším rizikem. Proto je nutné finanční riziko řídit a eliminovat. K tomuto je možné použít metodu Value at Risk, která se snaží velké finanční ztráty snižovat.

Cílem diplomové práce je zjistit solventnostní kapitálový požadavek pojišťovny, investující do několika akciových titulů, za období od roku 2010 do roku 2014 a následně predikovat tento solventnostní požadavek na rok 2015.

Celá práce je rozdělena do pěti kapitol, přičemž první kapitolou je úvod práce a poslední je závěr. Ve druhé kapitole je charakterizována solventnost a přístupy, podle kterých lze solventnost kapitalizovat. Dále je popsáno, jaký legislativní rámec zabezpečuje stanovení solventnosti v České republice a jaké předpisy byly vydány a použity pro harmonizaci v celé Evropské unii.

V další kapitole je vysvětlena metodologie a postup výpočtu kapitálového požadavku podle konceptu Solvency II. Bude uvedeno, která metoda je vhodná použít pro zjištění ekonomického kapitálu, který vyjadřuje kapitálový požadavek na pojišťovny. Dále je

představen Itôův proces, ze kterého vycházejí jiné procesy a mean-reversion modely a vybraný proces, použitý pro predikování solventnosti, je popsán podrobněji.

Náplní čtvrté kapitoly je kvantifikace solventnosti pomocí metodických postupů charakterizovaných ve třetí kapitole. Jsou provedeny výpočty solventnosti na základě metody Value at Risk a Conditional Value at Risk. V další části této kapitoly je aplikován vybraný model pro odhadnutí jednotlivých scénářů vývoje v dalším období a stanovení intervalu, ve kterém se kapitálový požadavek bude pohybovat.

2 Teoretická východiska Solvency II

Jestli je pojišťovna schopna dostát svým závazkům se zjišťuje pomocí ukazatele solventnosti. Solventnost vyjadřuje, zvládá-li pojišťovna plnit závazky z uzavřených pojistných smluv, které sjednala s klienty. Je to tedy ukazatel toho, jestli je pojišťovna schopna hradit pojistná plnění při vzniku pojistné události. Prostředky, které musí pojišťovny držet ke krytí závazků, musí odpovídat takové výši, aby pojišťovna byla schopna krýt okamžité závazky v běžném účetním roce, a musí mít tedy také odpovídající likviditu. Zároveň ale musí držet i prostředky, kterými bude krýt mimořádné neočekávané závazky.

Vykazování solventnosti je zaměřeno na zjištění kapitálové vybavenosti pojišťovny. Při tom se rozlišují tři režimy, v nichž může být solventnost měřena, jimiž jsou režim going-concern, režim run-off a režim winding-up. V režimu going-concern se předpokládá, že pojistitel bude nadále uzavírat pojistné smlouvy. Pojistitel stále bude mít přísun prostředků z pojistného z nových smluv, a tudíž nemusí rozpouštět technické rezervy. V režimu run-off se uzavírání dalších pojistných smluv nepředpokládá. Pojistitel má však dostatek prostředků v technických rezervách, může tedy vyplácet závazky vyplývající z dříve uzavřených smluv. Nicméně požadavek na solventnost v tomto režimu je vyšší než v předchozím. V režimu winding-up se očekává ukončení činnosti pojišťovny, např. při likvidaci. Protože aktiva musí být okamžitě rozprodána, počítá se zde s jejich nevýhodným prodejem, což zásadně zvyšuje požadavek na solventnost.

Důležité je vykazování solventnosti, kdy se posuzuje, jaký je stav pojišťovny, a případně, zda je tento stav dostatečný na to, aby pojišťovna byla schopna splácet dluhy. V České republice je toto vykazování uvedeno v zákoně o pojišťovnictví a konkrétními prováděcími vyhláškami. Pokud bude podle dozorových orgánů, ratingových agentur nebo jiných institucí zjištěno, že solventnost není dostatečná, Česká národní banka, jako hlavní regulátor v České republice, může požadovat různá opatření vedoucí k nápravě.

Tato kapitola vychází zejména z publikací Pojišťovnictví a regulace finančních trhů (Böhm, Mužáková, 2010) a Principy pojištění a pojišťovnictví (Ducháčková, 2009) a dále z legislativy vydané pro úpravy Solvency I, tedy ze zákona 277/2009 Sb. o pojišťovnictví a z vyhlášky České národní banky 434/2009, a pro úpravy Solvency II, která je popsána ve Směrnici 2009/138/ES vydané Evropským parlamentem a Radou.

2.1 Přístupy k vykazování solventnosti

Existuje několik přístupů, pomocí nichž se solventnost vykazuje. Nejjednodušším přístupem je **analýza základních účetních ukazatelů**, jež vychází z rozvahy a výkazu zisku a ztrát pojišťovny. Je nutné především zmínit ukazatel solventnosti

$$\text{ukazatel solventnosti} = \frac{\text{volný kapitál}}{\text{čisté pojistné}}. \quad (2.1)$$

Volným kapitálem jsou myšleny zdroje, se kterými je možné volně nakládat, aniž by došlo k ohrožení placení závazků, tedy vlastní kapitál, kapitálové fondy, nerozdělený zisk apod. Čisté pojistné vyjadřuje pojistné na vrub pojistitele po odečtení zajistného. Ukazatel solventnosti nemá sám o sobě velkou vypovídací schopnost, protože nezahrnuje technické rezervy a jejich kvalitu. Proto i při dobré hodnotě tohoto ukazatele, může mít pojišťovna problém se solventností. Dalšími ukazateli mohou být ukazatel technických rezerv

$$\text{ukazatel technických rezerv} = \frac{\text{technické rezervy}}{\text{čisté pojistné}} \quad (2.2)$$

a ukazatel čistého pojistného

$$\text{ukazatel čistého pojistného} = \frac{\text{čisté pojistné}}{\text{hrubé pojistné}}. \quad (2.3)$$

Dalším přístupem je stanovení solventnosti pomocí **porovnání dvou zjištěných hodnot solventnosti**. Porovnává se skutečná míra solventnosti (SMS) a požadovaná míra solventnosti (PMS). Tento způsob výpočtu je používán v Evropě a v České republice je upraven zákonem o pojišťovnictví a konkrétními vyhláškami. Ve skutečné míře solventnosti jsou obsažena aktiva pojišťovny, která jsou očištěna od předvídatelných závazků a jsou od nich odečtena nehmotná aktiva. Takto zjištěný volný kapitál je porovnáván s minimálními přípustnými hodnotami. Tento přístup využívá také připravovaná koncepce Solvency II.

Další přístup, který se používá např. ve Spojených státech, je **metoda RBC** (rizikově vážený kapitál). Zjišťuje se potřebná výše kapitálové vybavenosti pojistitele. Používá se k tomu kvantifikace rizik, která jsou spojena s pojišťovací činností. Jednotlivým třídám aktiv se přiřazují předepsané rizikové váhy. Podobný přístup podle RBC je použit i u ratingového

hodnocení, kdy se místo rizikových vah používá oficiální rating jednotlivých hledisek rizikových kategorií.

Posledním přístupem jsou **simulační metody**, kdy se nasimulují různé scénáře pro modelování budoucího vývoje. Metody využívají dynamických modelů a vycházejí z teorie ruinování.

Dalším způsobem, jak vykázat solventnost pojišťovny, je použít Value at Risk (dále VaR). Pomocí VaR se odhaduje nejvyšší možná ztráta na určité hladině pravděpodobnosti ve stanoveném budoucím období. Je ovšem důležité nejprve nastavit časový horizont, na který se bude hodnota VaR počítat. V oblasti pojišťovnictví je upraveno regulačními orgány, na jaké hladině významnosti se VaR počítá, aby pojišťovna držela dostatečné množství kapitálu a byla tedy solventní.

V práci je pro výpočet solventnosti použita právě metoda Value at Risk, proto je tato metoda podrobněji popsána v kapitole 3.3.

2.2 Legislativní rámec Solvency I

Přístup k výpočtu podle konceptu Solvency I je upraven zákonem 277/2009 Sb. o pojišťovnictví, který nabyl účinnosti 1. 1. 2010. Je zde mimo jiné upraveno, jaký základní kapitál musí pojišťovny nebo zajišťovny mít, pokud chtějí zažádat o povolení k činnosti, jaké musí tvořit rezervy, kam je možné investovat v rámci finančního umístění a především definování pojmů a výpočet solventnosti.

V rámci konceptu Solvency I je solventnost definována jako vztah mezi základním kapitálem a rezervami nepodléhajícími závazkům a ročním objemem obchodů. Pro životní a neživotní pojišťovny je stanovena solventnost zvlášť. Solventnost je zde kvantifikována na základě porovnání požadované míry solventnosti a disponibilní míry solventnosti. Dále je charakterizován tzv. garanční fond, což je minimální hodnota kapitálu, kterou mohou pojišťovny držet.

Výhodou Solvency I je, že solventnost je velmi jednoduchá pro zjištění a pochopení a k jejímu stanovení lze použít volně dostupná data, která se nacházejí v rozvaze a výkazu zisku a ztrát. Nevýhody Solvency I jsou především v nedostatečném kapitálovém požadavku, který je kladen na pojišťovny. Je to proto, že výpočet solventnosti je založen na velikosti kapitálu,

ne na velikosti rizik pojišťovny, měření rizik nemá jednotný legislativní rámec, při výpočtu není zohledněna skladba aktiv, nejsou zohledněna všechna rizika a je brán ohled jen na pasivní položky bilance, proto v něm není zahrnuto např. tržní nebo úvěrové riziko, což představuje významný problém pro stanovení odpovídajícího kapitálového požadavku. Důvodem těchto skutečností bylo sestavení nového konceptu Solvency II.

2.2.1 Technické rezervy a finanční umístění

Pojišťovna z přijatého pojistného od klientů tvoří **technické rezervy**, protože není jisté, kdy a v jakém objemu bude vyplácet pojistná plnění, a zda jí budou stačit k úhradě závazků běžné příjmy. Pojišťovny odpovídající výši rezerv zjišťují na základě pojistné matematických metod, které také upravuje zákon o pojišťovnictví, a při jejich výpočtu musí být zohledněny všechny závazky, které pojišťovně vznikly.

Některé rezervy jsou specifické jen pro životní pojišťovny, jiné pro neživotní a některé se vyskytují v obou oblastech. Pro neživotní pojišťovny jsou typické rezervy pojistného neživotních pojištění, rezervy vyrovnávací, rezervy na splnění závazků Kanceláře pojistitelů. Životní pojišťovny tvoří rezervy pojistného životních pojištění, rezervy životních pojištění, je-li nositelem investičního rizika pojistník, rezervy na splnění závazků z použité technické úrokové míry. Technické rezervy společné pro obě odvětví jsou rezervy na nezasloužené pojistné, rezervy na pojistná plnění, rezervy na prémie a slevy a ostatní rezervy. Tvorba jednotlivých rezerv je zmíněna v následujících odstavcích.

Výše **rezervy na nezasloužené pojistné** se tvoří z části předepsaného pojistného, které časově souvisí s následujícím nebo s pozdějším účetním obdobím, a určuje se jako souhrn těchto částí pojistného vypočítaný podle jednotlivých pojistných smluv.

Rezervou na pojistná plnění pojišťovny kryjí závazky vyplývající z pojistných smluv, pokud dojde k pojistné události. V rezervě jsou také zahrnuty náklady na likvidaci pojistných událostí. Je stanovena jako suma nákladů na pojistná plnění u jednotlivých pojistných událostí.

Tvorba **rezervy na závazky Kanceláře pojistitelů** je určena k plnění závazků Kanceláře pojistitelů v případě pojištění odpovědnosti z provozu motorových vozidel, když nemá Kancelář na tyto závazky dostatečná aktiva. Stanovuje se matematicko-statistickými metodami.

Pojišťovny mohou poskytnout pojistníkovi z různých důvodů slevu na pojistném nebo nějakou prémii, která se následně pojistníkovi vrací. Výplata tohoto je upravena v pojistné smlouvě a proto pojišťovny musí tvořit **rezervu na prémii a slevy**.

Aby pojišťovnám nevznikla velká ztráta z důvodu, že pojistná událost má nadprůměrný škodní průběh, vytváří **vyrovnávací rezervu**.

Rezerva pojistného životních pojištění je tvořena podle jednotlivých smluv životního pojištění a pojišťovny v ní mají zdroje pro krytí budoucích závazků z pojistných smluv. Pro výpočet je použita stejná technická úroková míra jako pro výpočet sazeb pojistného.

Rezervu na splnění závazků z použité technické úrokové míry pojišťovny vytvoří v případě, pokud rezerva pojistného životních pojištění nedosahuje dostatečné výše.

Rezerva životních pojištění, je-li nositelem investičního rizika pojistník, slouží na krytí závazků pojišťovny vůči pojistníkovi, se kterým uzavřela investiční životní pojištění. Výše rezervy vyplývá z hodnoty podílů pojistníků na umístěných prostředcích z vybraného pojistného.

Rezerva pojistného neživotních pojištění je tvořena v těch odvětvích neživotního pojištění, u kterých se při výpočtu pojistného využívá věk pojištěných. Slouží ke stejnému účelu jako v případě životních pojištění.

Pojišťovny mohou tvořit i další rezervy, které slouží ke krytí závazků z pojišťovací činnosti. Tyto pak spadají do **ostatních rezerv**.

Pojišťovna vybrané pojistné investuje na finančních trzích. Tato položka je pak v rozvaze uvedena jako **finanční umístění** a mohou jím být různé finanční instrumenty. Nejčastěji pojišťovna investuje do akcií nebo dluhopisů vydaných státem nebo centrální bankou, komerčními bankami nebo obchodními společnostmi, ale jejich portfolio se může skládat také z pokladničních poukázek, komunálních dluhopisů, směnek, úvěrů, nemovitostí, hypotečních zástavních listů, vkladových certifikátů, uměleckých děl a dalších cenných papírů a derivátů.

Pojišťovny musí investovat do jednotlivých instrumentů tak, aby tyto zaručovaly návratnost vložených prostředků a byly výnosné. Instrumenty musí tedy být dostatečně

likvidní, rentabilní a musí být diverzifikované podle různých hledisek. Dále jsou pojišťovny povinny dodržovat limity pro jednotlivé položky finančního umístění.

2.2.2 Základní kapitál

Při zakládání pojišťovny je nutné zohlednit, jakému odvětví se bude daná pojišťovna věnovat. Pro odvětví životního nebo neživotního pojištění, případně zajištění, jsou stanoveny minimální meze základního kapitálu, který musí být tvořen pouze peněžitým vkladem. Pro životní pojišťovnu, která provozuje jedno nebo více odvětví, je minimální hranice základního kapitálu 90 000 000 Kč. Při provozování neživotních pojištění se navíc musí zohlednit daná odvětví, uvedená v Příloze 2. Základní kapitál je minimálně:

- 65 000 000 Kč pro odvětví 1, 2, 8, 9, 18,
- 90 000 000 Kč pro odvětví 3, 4, 13, 16, 17,
- 160 000 000 Kč pro odvětví 7, 10, 14, 15,
- 200 000 000 Kč pro odvětví 5, 6, 11, 12.

Pokud jsou provozovány odvětví neživotního pojištění, pro která jsou stanoveny různé meze základního kapitálu, je základním kapitálem pojišťovny vždy vyšší částka. U univerzálních pojišťoven základní kapitál činí součet částky pro životní pojištění a příslušné částky pro neživotní pojištění. Při provozování pojišťovací a zajišťovací činnosti se postupuje obdobně, pokud je:

- přijaté pojistné nižší nebo rovno 10 % hodnoty přijatého pojistného,
- přijaté pojistné nižší než 1 350 000 000 Kč,
- výše technických rezerv vytvořených pro zajišťovací činnost je nižší nebo rovna 10 % celkových rezerv pojišťovny.

Pokud je přijaté pojistné vyšší, než výše uvedené částky, je základní kapitál pojišťovny provozující životní nebo neživotní zajištění minimálně 500 000 000 Kč, provozující životní a neživotní zajištění současně 1 000 000 000 Kč.

Základní kapitál zajišťovny činí minimálně 500 000 000 Kč, pokud provozuje pouze životní nebo pouze neživotní zajištění, 1 000 000 000 Kč při provozování životního a neživotního zajištění současně.

2.2.3 Výpočet solventnosti

V zákoně o pojišťovnictví jsou definovány pojmy, které lze ke stanovení solventnosti pojišťovny použít, a výpočet solventnosti je specifikován ve vyhlášce České národní banky 434/2009 Sb. z 24. 11. 2009, která je aktualizována vyhláškou 326/2013 Sb. ze dne 18. 9. 2013. Zákon vychází ze směrnic Evropského parlamentu a Rady 2002/13/ES, kde je uveden výpočet solventnosti pro neživotní pojišťovny, a 2002/12/ES, kde je popsán výpočet solventnosti pro životní pojišťovny. Směrnice 2002/12/ES pak ale byla nahrazena směrnicí 2002/83/ES o životním pojištění.

Následující výpočet solventnosti vychází ze zákona o pojišťovnictví, kde je definována **disponibilní míra solventnosti** (DMS), což je upravená výše vlastních zdrojů pojišťovny nebo zajišťovny. Takto je označována v České republice, jinak také odpovídá skutečné míře solventnosti (SMS). Disponibilní míra solventnosti je dána součtem následujících položek: základní kapitál (splacený a polovina nesplaceného), rezervní fondy kromě technických rezerv, kapitálové fondy a ostatní fondy ze zisku, nerozdělený zisk z běžného účetního období nebo minulých let, jiné položky, které zahrnují kumulativní prioritní akciový kapitál, cenné papíry bez doby splatnosti a podřízený dluh. Od tohoto součtu se odečtou položky: hodnota nehmotného majetku, vlastní akcie, podíly v přidružených nebo ovládaných osobách. Výpočet se může lišit podle toho, jestli se jedná o životní nebo neživotní pojišťovnu.

Disponibilní míra solventnosti je porovnávána s **požadovanou mírou solventnosti** (PMS), která odpovídá minimální míře solventnosti (MMS). Požadovaná míra solventnosti vyjadřuje minimální výši vlastních zdrojů pojišťovny, jež pojišťovna musí povinně vlastnit po dobu své činnosti. Pokud disponibilní míra solventnosti klesne pod požadovanou, je možné požadovat plán obnovy finanční situace pojišťovny. Požadovaná míra solventnosti dále nesmí klesnout pod minimum garančního fondu, které je dáno zákonem o pojišťovnictví. Požadovaná míra solventnosti je také vypočtena pro životní a neživotní pojištění zvlášť.

U **neživotního pojištění** je stanovena jako maximum dvou hodnot $PMS_{NP,A}$ a $PMS_{NP,B}$.

$$PMS_{NP,A} = [0,18 \cdot \min(61300000 \cdot K; S_1) + 0,16 \cdot \max(0; S_1 - 61300000 \cdot K)] \cdot \max(0,5; PZ_1), \quad (2.4)$$

kde K je převodní kurz mezi korunou a eurem, PZ_I je poměr mezi náklady na pojistná plnění, včetně změny stavu rezervy na pojistná plnění na vlastní vrub a celkovými náklady na pojistná plnění, včetně změny stavu rezervy na pojistná plnění, S_I je rozdíl mezi vyšší hodnotou z předepsaného hrubého pojistného a ze zaslouženého hrubého pojistného v daném účetním období (P) a částí pojistného odpovídající daním a poplatkům, pokud jsou součástí předepsaného hrubého pojistného (D)

$$S_1 = P - D. \quad (2.5)$$

Pro výpočet PMS je nutné pojistné a náklady na pojistná plnění zvýšit o 50 %.

$$PMS_{NP,B} = [0,26 \cdot \min(42\,900\,000 \cdot K; S_2) + 0,23 \cdot \max(0; S_2 - 42\,900\,000 \cdot K)] \cdot \max(0,5; PZ_2) \quad (2.6)$$

kde S_2 jsou průměrné roční hrubé náklady na pojistná plnění z neživotních pojištění za příslušné referenční období, PZ_2 je poměr mezi náklady na pojistná plnění, včetně změny stavu rezervy na pojistná plnění na vlastní vrub v referenčním období a celkovými náklady na pojistná plnění, včetně změny stavu rezervy na pojistná plnění v referenčním období.

$$S_2 = \frac{N - V + RK - RZ}{T}, \quad (2.7)$$

kde N jsou hrubé náklady na pojistná plnění v daném referenčním období, V jsou výnosy dosažené z regresů v daném referenčním období, nejsou-li obsaženy v hrubých nákladech na pojistná plnění, RK je hrubá výše rezervy na pojistná plnění na konci referenčního období, RZ je hrubá výše rezervy na pojistná plnění na začátku referenčního období, T je délka referenčního období. Hodnota referenčního období bývá rovna sedmi, pokud však pojišťovna provozuje převážně pojištění úvěru, pojištění proti vichřici, krupobití nebo mrazu, pak je T rovno třem.

Výsledná požadovaná míra solventnosti pro neživotní pojištění je pak

$$PMS_{NP} = \max(PMS_{NP,A}; PMS_{NP,B}). \quad (2.8)$$

V **životním pojištění** se vychází ze šesti dílčích výsledů: $PMS_{ŽP,A}$, $PMS_{ŽP,B}$, $PMS_{ŽP,C}$, $PMS_{ŽP,D}$, $PMS_{ŽP,E}$ a $PMS_{ŽP,F}$.

$$PMS_{\dot{Z}P,A} = 0,04 \cdot HR \cdot \max\left(\frac{CR}{HR}; 0,85\right) + (0,003 \cdot RK_1 + 0,0015 \cdot RK_2 + 0,001 \cdot RK_3) \cdot \max\left(\frac{CRK}{HRK}; 0,5\right), \quad (2.9)$$

kde HR je hrubá výše rezerv pojistného životních pojištění, CR je čistá výše rezerv pojistného životních pojištění, RK_1 je hrubá výše nezáporného rizikového kapitálu k životnímu pojištění s výjimkou dočasných pojištění pro případ smrti s pojistnou dobou nejvýše 5 let, RK_2 je hrubá výše nezáporného rizikového kapitálu k dočasným pojištěním pro případ smrti s pojistnou dobou delší než 3 roky, nejvýše však 5 let, RK_3 je hrubá výše nezáporného rizikového kapitálu k dočasným pojištěním pro případ smrti s pojistnou dobou nejvýše 3 roky, CRK je čistá výše nezáporného rizikového kapitálu, HRK je hrubá výše nezáporného rizikového kapitálu.

Výsledek $PMS_{\dot{Z}P,B}$ je obdobný jako v případě neživotního pojištění, ale je počítán pouze z objemu pojistného, výsledek $PMS_{\dot{Z}P,C}$ je zjištěn jako 1 % aktiv, které spadají do odvětví 5, uvedených v Příloze 1. Výsledek $PMS_{\dot{Z}P,D}$ je stanoven jako

$$PMS_{\dot{Z}P,D} = (0,04 \cdot HR_1 + 0,01 \cdot HR_2) \cdot \max\left(\frac{CR_{IF}}{HR_{IF}}; 0,85\right) + 0,25 \cdot SN + HRK_{RS} \cdot 0,003 \cdot \max\left(\frac{CRK_{RS}}{HRK_{RS}}; 0,5\right), \quad (2.10)$$

kde HR_1 je hrubá výše rezerv pojistného životních pojištění odpovídající obchodu, kdy pojišťovna nese investiční riziko, HR_2 je hrubá výše rezerv pojistného životních pojištění odpovídající obchodu, kdy investiční riziko nese pojistník a přirážka na správní náklady obsažená v pojistném je stanovena pevně na dobu delší než 5 let, CR_{IF} je čistá výše technických rezerv odpovídající životním pojištěním spojených s investičním fondem, HR_{IF} je hrubá výše technických rezerv odpovídající životním pojištěním spojených s investičním fondem, SN jsou čisté správní náklady posledního účetního období odpovídající obchodu, kdy investiční riziko nese pojistník a přirážka na správní náklady obsažená v pojistném není stanovena pevně na dobu delší než pět let, HRK_{RS} je hrubá výše nezáporného rizikového kapitálu u pojistných smluv kryjící riziko smrti, CRK_{RS} je čistá výše nezáporného rizikového kapitálu u pojistných smluv kryjící riziko smrti.

Výsledek $PMS_{\dot{Z}P,E}$ je zjištěn jako

$$PMS_{\dot{Z}P,E} = 0,04 \cdot HR \cdot \max\left(\frac{CR}{HR}; 0,85\right). \quad (2.11)$$

Výsledek $PMS_{\dot{Z}P,F}$ je součtem $PMS_{\dot{Z}P,E}$ a výsledku, který se zjistí stejně jako požadovaná míra solventnosti pro neživotní pojištění. Výsledná požadovaná míra solventnosti k životnímu pojištění je součtem všech šesti dílčích výsledků.

Dále je zákoně 277/2009 Sb. charakterizován **garanční fond**, což je třetina PMS. Jeho minimální výše je různá podle toho, jestli se jedná o životní nebo neživotní pojišťovnu nebo zajišťovnu. Minimální výše při provozování životního a odvětví 10 až 15 neživotního pojištění a životního a neživotního zajištění, uvedených v Příloze 2, je 120 000 000 Kč, pro provozování jiných odvětví neživotního pojištění než v předchozím případě je minimální hranice garančního fondu 90 000 000 Kč a pro kaptivní zajišťovny je to 40 000 000 Kč. Při provozování více odvětví neživotního pojištění je minimální výše garančního fondu vyšší částka. Při souběžném provozování životního a neživotního pojištění případně zajištění, je výše garančního fondu součtem odpovídajících částek.

Hodnota garančního fondu u **neživotního pojištění** (GF_{NP}) se stanoví jako

$$GF_{NP} = \max\left(\frac{1}{3} \cdot PMS_{NP}; MGF_{NP}\right), \quad (2.12)$$

kde MGF_{NP} je minimální hodnota garančního fondu. Hodnota garančního fondu pro **životní pojištění** ($GF_{\dot{Z}P}$) je stanovena následovně

$$GF_{\dot{Z}P} = \max\left(\frac{1}{3} \cdot PMS_{\dot{Z}P}; MGF_{\dot{Z}P}\right). \quad (2.13)$$

Výše garančního fondu se u pojišťovny provozující pojišťovací a zajišťovací činnost souběžně upravuje obdobně jako v případě výše základního kapitálu.

V dalším kroku se pak už postupuje stejně u životního i neživotního pojištění a to tak, že disponibilní míra solventnosti musí být vyšší nebo rovna požadované

$$DMS \geq PMS. \quad (2.14)$$

Pokud je vztah (2.14) splněn, je vše v pořádku a pojišťovna má dostatek kapitálu na krytí závazků. Pokud však tento vztah splněn není, porovnává se dále disponibilní míra

solventnosti s výší garančního fondu. Pojišťovna musí přijmout opatření od České národní banky, když je disponibilní míra solventnosti vyšší než hodnota garančního fondu. Jakmile je ale její hodnota pod úrovní garančního fondu, dochází k likvidaci pojišťovny, protože ta není schopna zajistit ani tento nejnižší kapitálový požadavek.

2.2.4 Dohled České národní banky

V zájmu ochrany pojistníků a oprávněných osob a zachování finanční stability pojišťoven a zajišťoven, vykonává Česká národní banka (ČNB) dohled nad těmito institucemi. ČNB dohlíží především na dodržování zákona a dalších právních předpisů. Dále se pak ČNB zaměřuje na to, jestli pojišťovny a zajišťovny dodržují předmět činnosti, ke kterému získaly povolení, jak daná pojišťovna nebo zajišťovna hospodaří a vede účetnictví, jak tvoří a využívá technické rezervy, finanční umístění a rovněž, jestli je dodržena solventnost. Dohled může být proveden na dálku nebo na místě. Při dohledu na dálku pojišťovna nebo zajišťovna zasílá ČNB účetní závěrku a výroční zprávu ověřenou auditorem, průběžné výkazy o své činnosti a doklady, další materiály a informace, které si ČNB vyžádá. Dohled na místě vykonává zaměstnanec ČNB nebo pověřená osoba v prostorách, které podléhají dohledu a mohou se účastnit i jednání orgánů pojišťovny nebo zajišťovny. Pokud jsou zjištěny skutečnosti, které nejsou v souladu se zákonem, nebo je ohrožena finanční stabilita, jsou uložena předběžná opatření, čímž ČNB zakáže uzavírat další pojistné nebo zajištění smlouvy a bez souhlasu ČNB postupovat dle rozhodnutí orgánů pojišťovny nebo zajišťovny. Jestliže tato opatření nejsou dostatečná, přistoupí se pak k opatřením k nápravě.

Opatření jsou uložena podle toho, jak závažné byly zjištěné nedostatky. ČNB tedy může nařídit *změnu osob* ve vedení, tedy členů statutárních a dozorčích orgánů, dále pojistných matematiků nebo vedoucích poboček a jiných. Dalšími opatřeními může být *snížení základního kapitálu*, které se provádí snížením jmenovité hodnoty akcií pojišťovny. ČNB může také nařídit *ozdravný plán*, pokud pojišťovna neplní požadavky uvedené v zákoně, má disponibilní míru solventnosti nižší než požadovanou, ale stále vyšší než garanční fond, nebo vykazuje takové ztráty, jejichž úhrada by snížila základní kapitál pod minimální stanovenou hranici. Ozdravný plán obsahuje předpokládané náklady, příjmy a výdaje a finanční zdroje, předpokládanou rozvahu a požadovanou míru solventnosti na tři účetní období dopředu.

Při nižší disponibilní míře solventnosti než výši garančního fondu je zavedena *nucená správa*, při níž pojišťovna nebo zajišťovna dále nemůže uzavírat nové pojistné nebo zajistné smlouvy, pozastaví se funkce orgánů a na správce přechází působnost statutárního orgánu a valné hromady. Dále také může ČNB pozastavit oprávnění k uzavírání nových pojistných a zajistných smluv a rozšiřování už uzavřených smluv, což souvisí s nucenou správou.

Jestliže pojišťovna nebo zajišťovna neplní dřívější opatření uložená ČNB, může ČNB nařídit *převod pojistného kmene* nebo převod kmene zajišťovacích smluv nebo jeho části na jinou pojišťovnu nebo zajišťovnu. Posledním opatřením je *odnětí povolení* k provozování pojišťovací nebo zajišťovací činnosti, pokud je daná pojišťovna nebo zajišťovna předlužena a její finanční situace neumožňuje splnit závazky vyplývající z pojistných nebo zajistných smluv, předchozí opatření nevedla k nápravě, případně neprovozuje pojišťovací nebo zajišťovací činnost minimálně šest měsíců nebo nezahájila činnost do jednoho roku od obdržení povolení.

2.3 Legislativní rámec Solvency II

Koncept Solvency II má nahradit stávající koncept Solvency I už v roce 2016, i když legislativa ohledně Solvency II vstoupila v platnost v roce 2009. V Solvency II je pojednáno o nové úpravě způsobu dohledu a regulace pojišťoven a zajišťoven, protože Solvency I nezahrnuje řízení všech rizik, např. tržního rizika, a tedy velikost solventnostního kapitálového požadavku může být nižší, což nezohlední celkové podstupované riziko pojišťovacích institucí.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/138/ES vstoupila v platnost 25. listopadu 2009 a týká se pojišťovací i zajišťovací činnosti. Touto směrnicí se provedlo mnoho změn stávajících směrnic, aby došlo k odstranění rozdílů mezi právními předpisy v jednotlivých členských zemích Evropské unie. Proto byla ustanovena tato směrnice, kterou jsou harmonizovány přístupy k pojišťovacím a zajišťovacím činnostem v celé Evropské unii. Směrnice slouží také k tomu, aby byl stanoven jednotný přístup pro dohled nad institucemi v pojišťovnictví. Aby pojišťovny a zajišťovny mohly provádět svou činnost na celém území EU prostřednictvím poboček, je nutné zavést taková ustanovení, která umožní dosažení povolení k pojišťovací nebo zajišťovací činnosti platné na celém území. Tato harmonizace je nutná také proto, že stanoví statistické a pojistně-matematické metody výpočtu technických rezerv a pravidla pro alokaci kapitálu v celé EU, pro oceňování aktiv a závazků, především

technických rezerv, čímž se zvýší také ochrana pojistníků. Ve směrnici je stanovena povinnost členských států poskytovat orgánům dohledu informace, což je také opatření pro zvýšení ochrany pojistníků. Na základě sbližování postupů byl pro dohled zřízen Evropský výbor orgánů dozoru nad pojišťovnictvím a zaměstnaneckým penzijním pojištěním (CEIOPS), který byl založen na základě rozhodnutí Komise. Je složen z představitelů orgánů dohledu v pojišťovnictví a oblasti zaměstnaneckých penzí států Evropské unie a Česká národní banka zde má jednoho zástupce. Jeho činností je poskytovat rady Evropské komisi při přípravě návrhů implementačních opatření v pojišťovnictví a v oblasti zaměstnaneckých penzí. Dále se Výbor stará o to, aby směrnice byly konzistentní a zlepšila se spolupráce mezi orgány dohledu.

Evropský orgán pro pojišťovnictví a zaměstnanecké penzijní fondy (EIOPA) byl zřízen v roce 2010 Evropským parlamentem a Radou a převzal veškeré funkce výboru CEIOPS. Dále má EIOPA nové úkoly, kterými jsou lepší fungování vnitřního trhu, řádné fungování finančních trhů, posílení ochrany spotřebitelů, zajištění vhodné regulace rizik spojených s pojištěním a zaměstnaneckými penzemi a jiné.

Pro hodnocení kvantitativních požadavků, jež jsou na pojišťovny a zajišťovny kladeny, je stanoven solventnostní kapitálový požadavek. Základní vzorec pro výpočet kapitálového požadavku by měl zohledňovat požadovanou výši kapitálu pojišťoven, nicméně orgány dohledu mohou při výjimečných okolnostech, nebo pokud standardizovaný přístup nezohledňuje specifický rizikový profil pojišťovny nebo zajišťovny, tento kapitálový požadavek navýšit. Pojišťovny a zajišťovny by měly minimálně jednou ročně zveřejňovat informace o jejich finanční situaci a solventnosti v tištěné nebo elektronické podobě, aby přispěly ke zvýšení transparentnosti.

Solventnostní kapitálový požadavek by měl být stanoven s ohledem na rizika, kterým je pojišťovna vystavena, dále je pak nutné určit i minimální kapitálový požadavek, který vyjadřuje nejnižší úroveň zabezpečení a hodnota finančních zdrojů by pod něj neměla klesnout. Solventnostní kapitálový požadavek by měl zahrnovat dostatečnou úroveň použitelného kapitálu, jímž mohou pojišťovny nebo zajišťovny krýt významné ztráty, a pro pojistníky je tento požadavek zárukou, že platby budou provedeny včas. Zmíněný solventnostní kapitálový požadavek by měl být stanoven jako ekonomický kapitál, který pojišťovny nebo zajišťovny drží v takové výši, aby byly schopny plnit závazky klientům minimálně s 99,5 % pravděpodobností. Tento ekonomický kapitál by měl být zjištěn podle

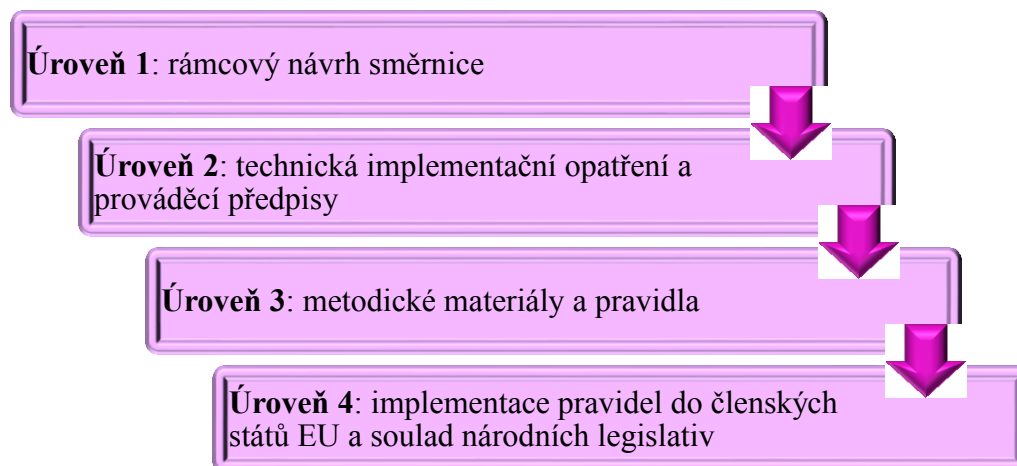
skutečného rizikového profilu pojišťoven, nicméně je ale nutné zavést standardní vzorec pro výpočet kapitálového požadavku, aby výpočet ekonomického kapitálu mohly provést všechny pojišťovny a zajišťovny s přihlédnutím na zvláštní situaci malých a středních pojišťoven a zajišťoven.

2.3.1 Lamfalussyho proces

Směrnice upravující koncept Solvency II vznikla na základě Lamfalussyho procesu, který měl několik úrovní. V roce 2005 Evropská komise zaslala podrobný časový plán Evropskému výboru pro pojišťovnictví a zaměstnanecké penzijní systémy (EIOPC) a návrh směrnice. Výbor CEIOPS byl pak stanoven, aby informoval o úpravách směrnice. V červenci roku 2007 byl uveden první návrh Směrnice 2009/138/ES a byla zde definována tržní hodnota závazků, což byl základ na stanovení solventnostního požadavku a pro nezjistitelná rizika byla kvantifikována tržní hodnota marže.

V rámci první úrovně byl v EU vydán rámcový návrh směrnice nebo nařízení, jenž určuje hlavní zásady nového konceptu Solvency II. V rámci druhé úrovně se rozpracovala technická implementační opatření při zasedání regulátorů, za což byl zodpovědný EIOPC a také byly vydány prováděcí předpisy k rámcové legislativě.

Obr. 2.1 Lamfalussyho proces



V rámci třetí úrovně se zpracovaly metodické materiály a pravidla, aby byla zajištěna konzistentní implementace a aplikace, kterou zpracoval CEIOPS. V rámci čtvrté úrovně se pak pravidla implementovala do členských států Evropské unie, provedla se kontrola souladu národní legislativy s právem Evropských společenství a koordinovalo se vymáhání jejich

plnění mezi dozorovými orgány členských zemí. V Obr. 2.1 je znázorněn Lamfalussyho proces zkráceně v jednotlivých úrovních.

2.3.2 Kapitál pojišťovny

Kapitál, který pojišťovny musí držet v rámci udržení kapitálového požadavku, je složen z primárního kapitálu a doplňkového kapitálu. V primárním kapitálu jsou zahrnuta aktiva, která převyšují závazky a která se snižují o výši vlastních akcií pojišťovny nebo zajišťovny, a podřízené závazky. V doplňkovém kapitálu jsou zahrnuty jiné položky než základní kapitál, které lze použít k absorbování ztrát. Může tedy zahrnovat položky jako akreditivy a záruky, nesplacený základní kapitál nebo počáteční kapitál, k jehož splacení nebyla podána výzva nebo další položky, které nejsou zařazeny v kapitálu primárním.

Jednotlivé položky kapitálu jsou rozděleny do různých tříd podle toho, jestli patří do primárního nebo doplňkového kapitálu podle dostupnosti. V první třídě se objevuje pouze primární kapitál, do něhož je zahrnut disponibilní bonusový fond, což jsou nerozdělené zisky, určené k rozdělení pojistníkům a oprávněným osobám. V druhé třídě se nachází kapitál doplňkový i primární, pokud se jedná o podřízený dluh, a ve třetí třídě jsou ostatní položky primárního i doplňkového kapitálu.

Použitelný primární kapitál by měl sloužit k zajištění minimálního kapitálového požadavku. Pokud ale kapitál klesne pod tuto minimální úroveň a pojišťovny nebo zajišťovny nejsou schopny jej v krátkém období zvýšit, mělo by jim být odejmuto povolení. Aby byl dodržen solventnostní kapitálový požadavek jsou pro kapitál ve druhé a třetí třídě stanoveny kvantitativní limity tak, aby množství drženého kapitálu v první třídě bylo vyšší než třetina celkového kapitálu a množství kapitálu ve třetí třídě musí být nižší než třetina celkového kapitálu. Pro dodržení minimálního kapitálového požadavku musí pojišťovny nebo zajišťovny disponovat více než polovinou kapitálu z první třídy a kapitál ze třetí třídy použít nemohou.

2.3.3 Rizika pojišťoven

Pojišťovny jsou vystaveny rizikům, která vyplývají ze specifik jejich podnikatelské činnosti. Riziko je definováno jako nejistá událost, odchylka od očekávané situace. Právě pro negativní změny se stanovuje regulatorní kapitál. Tato rizika je nutno řídit a následně zohlednit ve výpočtu solventnostního kapitálového požadavku. Proti rizikům je sice možné se pojistit nebo zajistit, nicméně pojišťovny musí držet dostatek kapitálu, aby i při ztrátě byly

schopny vyplatit klientům pojistná plnění. Do rizik ovlivňujících výpočet solventnosti podle metodiky Solvency II spadá riziko upisovací, riziko tržní, riziko úvěrové, riziko operační, riziko likvidity a riziko koncentrace. Největší položkou, přes 50 %, u neživotních pojišťoven je riziko upisovací. Struktura rizik u životní pojišťovny se liší, upisovací riziko zaujímá asi 20 % a největší roli má riziko úvěrové.

Upisovací riziko je typické právě pro pojišťovací instituce, protože poskytují služby s nahodilým charakterem a tedy není jisté, jestli k realizaci rizika dojde. Je to riziko, kdy z důvodu nesprávného stanovení pojistného nebo výše rezerv se pojišťovně způsobí ztráta nebo alespoň sníží hodnota pojistných závazků. Upisovací riziko souvisí s tím, že pojišťovna při kalkulaci pojistného předpokládala jiný vývoj výdajů. Je to tedy riziko vzniku odchylky skutečných výdajů na pojistná plnění od kalkulovaných. Pojišťovny se snaží tomuto riziku předcházet řízením pojistných rizik. V rámci risk managementu se pojišťovna snaží předvídat škodní události a zkvalitňovat portfolio pojistných produktů.

Tržní riziko vychází z kolísání cen instrumentů, jako jsou finanční nástroje a aktiva pro finanční umístění a závazky. To znamená, že rizikem je zde vyjádřena možná ztráta v důsledku změn kurzů nebo cen aktiv. Při poklesu cen se sníží hodnota portfolia pojišťovny a opět může přijít ke ztrátě. Tržním rizikem se převážně rozumí neočekávaný pokles cen aktiv, jako jsou úrokové míry, kurzy měn, akcií a dluhopisů. Protože velmi významnou položkou aktiv je finanční umístění, dotýká se tržní riziko převážně této části aktiv. Je zde zahrnuto úrokové riziko, což je riziko ztráty při změně cen instrumentů citlivých na změny úrokové míry, akciové riziko, které vyjadřuje riziko ztráty při změně cen instrumentů citlivých na akciové kurzy a také riziko změn dividend nebo vztahu mezi akciovými indexy, měnové riziko, tedy riziko ztráty v důsledku změn cen instrumentů citlivých na měnové kurzy, komoditní riziko, tedy riziko ztráty při změně cen instrumentů citlivých na ceny komodit. Dále s tržním rizikem souvisí i riziko nejistoty vyplývající z kolísání hospodářského výsledku a dopady inflace. U neživotních pojišťoven sem také spadá riziko odbytu pojistných produktů, které pojišťovna nabízí.

V rámci **úvěrového rizika**, jinak také rizika kreditního, se mohou pojišťovny dostat do ztráty, když se sníží rating emitentů cenných papírů nebo jakýchkoli dlužníků. Souvisí to s nedostatečnou diverzifikací při finančním umístění, kdy pojišťovny nerozloží své portfolio finančních instrumentů dostatečně. Pojišťovny se mohou dostat do ztráty, pokud protistrana nezaplatí své závazky, souvisí tedy s finančním umístěním do cenných papírů a jiných

finančních instrumentů, ale i se závazky ze zajištění, kdy zajistitel je nesolventní, a tedy nemá dostatečné prostředky na zajištění plnění. Úvěrové riziko lze rozdělit na přímé úvěrové riziko, což je riziko selhání protistrany, riziko úvěrových ekvivalentů, což je riziko selhání protistrany u podrozvahových položek, jako jsou poskytnuté záruky nebo deriváty, vypořádací riziko, kde existuje riziko ztráty ze selhání finanční transakce, tedy že smluvní protihodnota ještě nebyla dodána z různých důvodů, a riziko úvěrové angažovanosti, tedy riziko z nadměrné úvěrové expozice, které postihuje především banky.

V operačním riziku je zahrnuto riziko selhání pracovníků, vnitřních procesů, technologií a systémů nebo riziko vnějších událostí. Je také označováno jako provozní, protože vzniká v souvislosti s provozem pojišťovny. V důsledku toho, že se zavádí nové technologie, software a inovují se systémy, je pojišťovna vystavena stále vyššímu operačnímu riziku a jeho významnost tím roste. V operačním riziku je zahrnuto riziko provozní a transakční, což znamená riziko ztráty z důvodu nesprávných kontrolních mechanismů nebo omylu pracovníků pojišťovny, také ale ztráty při rušení smluv ze strany klientů. Dalším rizikem je riziko systému, kdy jsou pojišťovny vystaveny ztrátám při selhání systémů, při výpadcích počítačových sítí apod. Do operačního rizika také spadá riziko právního prostředí, které souvisí se změnami v legislativě, a *„riziko spojené s prodejem produktu, jehož vlastnosti nebyly klientovi dostatečně vysvětleny, nebo který neodpovídá potřebám klienta.“* (Ducháčková, 2009) Do rizika vnějších vlivů je pak možné zahrnout různé přírodní katastrofy, státní regulace, různé změny v ekonomice nebo válečné katastrofy. Dopad tohoto rizika na pojišťovnu je mnohem vyšší než u ostatních rizik, protože se toto riziko obtížně odhaduje a tudíž i obtížně řídí.

Riziku likvidity jsou vystaveny samy pojišťovny, pokud nejsou schopny splatit své závazky plynoucí z investic a z pojistných plnění v době splatnosti, tedy uhradit krátkodobé závazky krátkodobými aktivy a dlouhodobé závazky dlouhodobými aktivy. Pojišťovna se riziku vystavuje také tím, že právě dlouhodobé závazky uhradí z krátkodobých aktiv a nemá potřebné prostředky k úhradě dlouhodobých závazků. Toto riziko souvisí s tím, že pojišťovna má finanční prostředky investované v různých instrumentech a může se stát, že při neočekávané události je nebude schopna rychle přeměnit na likvidní prostředky a tím, nebude schopna ani zaplatit své závazky. Riziko likvidity se dělí na riziko tržní likvidity, která je způsobena nedostatečnou aktivitou trhu a to neumožňuje pojišťovně rychle uzavřít otevřené pozice a získat potřebné peněžní prostředky, a riziko financování, které je zapříčiněno

nesouladem ve finančních tocích, pojišťovna pak některá aktiva prodá velmi nevýhodně, což jí opět přivodí ztrátu.

Riziko koncentrace zahrnuje takové riziko, kdy je ohrožena solventnost a finanční situace pojišťovny v důsledku velké ztráty. Je to takové riziko, kdy pojišťovna není schopná splatit závazky v dlouhodobém horizontu. Pojišťovna nemá potřebnou strukturu aktiv k zajištění solventnosti, jak je uvedeno v kapitole 2.3.2, případně nedrží dostatečné množství kapitálu vzhledem k hodnotě finančního umístění a pojistných závazků ke klientům. Toto riziko velmi souvisí s rizikem likvidity.

2.3.4 Výpočet solventnostního kapitálového požadavku

Solventnostní kapitálový požadavek je určen na období jednoho roku jako hodnota primárního kapitálu v riziku na hladině spolehlivosti 99,5 %. „*Solventnostní kapitálový požadavek kryje alespoň tato rizika: neživotní upisovací riziko, životní upisovací riziko, zdravotní upisovací riziko, tržní riziko, úvěrové riziko, operační riziko.*“ (Směrnice 2009/138/ES) Pro sestrojení solventnostního kapitálového požadavku se vychází ze standardního vzorce, což je součet těchto položek: základní solventnostní kapitálový požadavek, kapitálový požadavek k operačnímu riziku a další úpravy tak, aby technické rezervy a odložené daňové povinnosti byly schopny absorbovat případné ztráty.

Základní kapitálový požadavek se stanoví na základě určení kapitálových požadavků ke každému rizikovému modulu a korelačního koeficientu pro seskupení rizikových modulů. Jednotlivé rizikové moduly, ze kterých by měl být základní solventnostní kapitálový požadavek alespoň složen, jsou:

- neživotní upisovací riziko
- životní upisovací riziko,
- zdravotní upisovací riziko,
- tržní riziko,
- riziko selhání protistrany.

Modul *neživotního upisovacího rizika* je zjištěn jako

$$SCR_{(neživotní)} = \sqrt{\sum_{i,j} cor_{i,j} \cdot SCR_i \cdot SCR_j}, \quad (2.15)$$

kde $SCR_{(neživotni)}$ je solventnostní kapitálový požadavek k neživotnímu upisovacímu riziku, $cor_{i,j}$ je korelační koeficient dvou proměnných, SCR_i a SCR_j zahrnuje různá rizika spojená s pojistným a technickými rezervami v neživotním pojištění a neživotní katastrofické riziko, které vyplývá z neurčitosti předpokladů při tvorbě cen a výší rezerv při mimořádných nebo výjimečných událostech.

Modul *životního upisovacího rizika* se stanoví jako

$$SCR_{(životni)} = \sqrt{\sum_{i,j} cor_{i,j} \cdot SCR_i \cdot SCR_j}, \quad (2.16)$$

kde $SCR_{(životni)}$ je solventnostní kapitálový požadavek k životnímu upisovacímu riziku, do SCR_i a SCR_j se dosadí riziko úmrtnosti, což souvisí se zvýšením míry úmrtnosti, riziko dlouhověkosti, což souvisí se snížením míry úmrtnosti, riziko invalidity, pracovní neschopnosti nebo nemocnosti, riziko nákladů v životním pojištění při správě pojistných a zajistných smluv, riziko revize, kdy se mění revizní sazby uplatňované na důchody z důvodu změn v právním prostředí nebo zdravotního stavu klientů, riziko storna a životní katastrofické riziko související s mimořádnými nebo výjimečnými událostmi.

Modul *zdravotního upisovacího rizika* vychází z rizika ztráty nebo nepříznivé změny hodnoty pojistných závazků při správě pojistných a zajistných smluv, při četnosti nebo závažnosti pojistných událostí a výše částek na jejich likvidaci, při stanovení rezerv během rozsáhlých epidemií.

Modul *tržního rizika* obsahuje strukturální nesoulad mezi aktivy a závazky pojišťovny a jejich dobu splatnosti. Výpočet tohoto modulu je následující

$$SCR_{(tržni)} = \sqrt{\sum_{i,j} cor_{i,j} \cdot SCR_i \cdot SCR_j}, \quad (2.17)$$

kde $SCR_{(tržni)}$ je solventnostní kapitálový požadavek k tržnímu riziku, za SCR_i a SCR_j se dosadí úrokové riziko vyplývající z kolísání úrokových měr, akciové riziko vyplývající z kolísání kurzu akcií, nemovitostní riziko vyplývající z kolísání cen nemovitostí, riziko kreditního rozpětí, měnové riziko a koncentrace tržního rizika, které vyplývá z nedostatečné diverzifikace portfolia pojišťovny při finančním umístění.

V modulu *rizika selhání protistrany* jsou zohledněna možná snížení ratingu protistran nebo jejich úpadek, kam spadají deriváty, sekuritizované produkty, zajištění, pohledávky a další úvěrové expozice, které nejsou zahrnuty v riziku kreditního rozpětí.

Pro výpočet základního solventnostního požadavku se vyjde z výsledků zjištěných při výpočtu jednotlivých modulů, které se dosadí do standardního vzorce za SCR_i a SCR_j

$$\text{základní } SCR = \sqrt{\sum_{i,j} cor_{i,j} \cdot SCR_i \cdot SCR_j} \quad (2.18)$$

Pro korelační koeficienty jsou stanoveny hodnoty uvedené v Tab 2.1.

Tab. 2.1 Korelační koeficienty pro výpočet solventnostního kapitálového požadavku

$i \setminus j$	Tržní	Selhání	Životní	Zdravotní	Neživotní
Tržní	1	0,25	0,25	0,25	0,25
Selhání	0,25	1	0,25	0,25	0,5
Životní	0,25	0,25	1	0,25	0
Zdravotní	0,25	0,25	0,25	1	0
Neživotní	0,25	0,5	0	0	1

Zdroj: Směrnice Solvency II (2009)

Pro výpočet kapitálového požadavku pro **operační riziko** se zohledňují roční výdaje na výplatu pojistných závazků a také objem pojistného a technických rezerv, které pojišťovna drží k těmto závazkům. Pro smlouvy životního pojištění, kde investiční riziko nese pojistník, se pro výpočet kapitálového požadavku použije částka ročních výdajů k uvedeným pojistným závazkům. U pojistných a zajištěných smluv, které nejsou uvedeny výše, se použije objem uvedených operací z hlediska získaného pojistného a technických rezerv k pojistným závazkům. Tento požadavek není vyšší než 30 % z celkového základního solventnostního kapitálového požadavku.

V poslední položce jsou zahrnuty takové úpravy, které umožní krýt velké neočekávané ztráty. Je to tedy **snížení technických rezerv nebo odložení daňové povinnosti**, případně jejich kombinace. Rizika se sníží prostřednictvím nezaručených podílů na zisku z pojistných smluv, pokud lze snížení plnění použít ke krytí případných ztrát.

2.3.5 Výpočet minimálního kapitálového požadavku

Výše minimálního kapitálového požadavku by měla být stanovena podle použitelného primárního kapitálu tak, aby pojištníci a oprávněné osoby nebyly vystaveny riziku nesplacení

jejich pohledávek z pojistných plnění. Výše tohoto požadavku se určuje na hladině spolehlivosti 85 % a minimální hranice, pod kterou minimální kapitálový požadavek nesmí klesnout, je určena pro neživotní a životní pojišťovny zvlášť podle toho, které odvětví provozují.

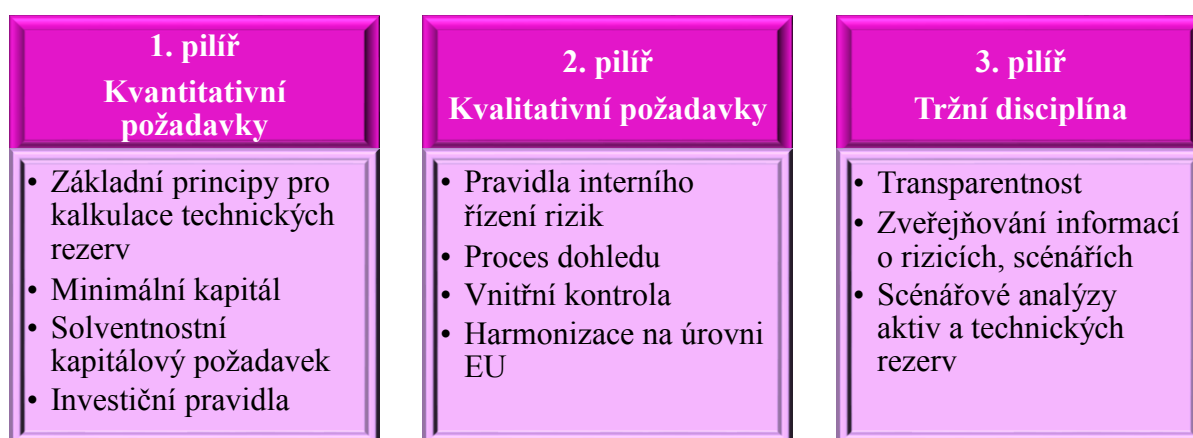
Tento kapitálový požadavek se stanoví jako lineární funkce proměnných, kterými jsou technické rezervy, předepsané pojistné nebo zajistné, kapitál v riziku, odložená daňová povinnost a administrativní náklady.

Minimální kapitálový požadavek musí být stanoven jednoduše tak, aby bylo možné provést kontrolu výpočtu. Absolutní dolní mez pro neživotní pojišťovny je 2 200 000 EUR, s výjimkou odvětví 10 až 15 v Příloze 3, protože pak je požadavek 3 200 000 EUR. Stejně je tento požadavek i u životních pojišťoven a zajišťoven. Kaptivní zajišťovny musí mít kapitál ve výši minimálně 1 000 000 EUR. Minimální kapitálový požadavek musí být vyšší než 25 % solventnostního požadavku a nižší než 45 %. Počítá se minimálně jednou za čtvrtletí. Nesplnění tohoto požadavku vede k tomu, že je pojišťovně odejmuto povolení.

2.3.6 Pilíře Solvency II

Koncept Solvency II umožňuje správné nastavení fungování pojišťoven a zajišťoven. Ustanovení Směrnice 2009/138/ES a celý koncept Solvency II je shrnuto ve třech pilířích uvedených v Obr. 2.2.

Obr. 2.2 Pilíře Solvency II



Zdroj: Ducháčková, *Principy pojištění a pojišťovnictví*

Pilíř I zahrnuje finanční požadavky, které budou regulovat výši technických rezerv a pravidla pro jejich tvorbu. Výše technických rezerv by měla odpovídat situaci každé

pojišťovny nebo zajišťovny v závislosti na tom, jestli se jedná o pojišťovnu životní nebo neživotní. Dále je nutné stanovit pravidla pro finanční umístění a investice, určit minimální kapitálový požadavek a solventnostní kapitálový požadavek, který vychází z výše uvedených rizik na hladině spolehlivosti 99,5 %. V tomto pilíři je také stanoveno, jaké zdroje základního kapitálu má pojišťovna mít, což je také důležité z hlediska pověsti na pojistných trzích.

Aby mohla být pojišťovna efektivně řízena, je nutné identifikovat rizika, kterým je vystavena. Rizika definovaná podle Solvency II jsou charakterizována výše. Nicméně dalším rizikem, které není uvedeno v kapitole 2.3.3, jsou rizika asset-liability managementu (rizika ALM), což jsou rizika vznikající při neodpovídající struktuře aktiv a pasiv. Činnost pojišťovny zahrnuje především krytí rizik nahodilých událostí klientů a za tyto závazky inkasuje od klientů pojistné. V případě uskutečnění pojistné události pak vyplácí pojistná plnění. Mezi přijetím pojistného a výplatou pojistného plnění však vzniká časový nesoulad, protože není jisté, kdy a případně jestli vůbec bude pojišťovna plnění vyplácet. Z toho důvodu se pojišťovna může stát nesolventní. Struktura aktiv a pasiv tudíž není odpovídající nejen ale hlediska časového, také z hledisek, kterými jsou výnosnost, rizikovost a další. V tomto mezidobí pojišťovna vytváří technické rezervy a tyto prostředky pak investuje na finančních trzích. Časové zpoždění je významnou součástí pojistného procesu, který zahrnuje dvě činnosti pojišťoven, kterými jsou pojistně technická činnost, což je ohodnocování pojistných smluv, stanovování pojistného a jiné, a investiční činnost, kde pojišťovna tvoří finanční rezervy ke krytí rizik. Pojišťovna pro řízení aktiv a pasiv musí mít přehled o přijímaném brutto i netto pojistném, nové pojistné smlouvy musí být sestaveny obezřetně, musí mít kvalitní risk management a do výpočtu solventnosti zahrnout všechna rizika, musí použít pro ocenění položek rozvahy stejnou metodu.

Tento nový koncept výpočtu solventnosti je více směřovaný na citlivé měření rizik, což napomáhá k vyšší transparentnosti řízení. Zahrnuje také odhady operačního rizika, které bylo za stávajícího konceptu opomíjeno. Výpočet solventnostního a minimálního kapitálového požadavku je uveden v kapitole 2.3.4 a 2.3.5.

V prvním pilíři jsou také upravena pravidla pro výpočet technických rezerv. Technické rezervy musí být vytvořeny pro všechny pojistné a zajistné závazky pojišťovny a zajišťovny vůči pojistníkům a oprávněným osobám. Musí být stanoveny v takové výši, která odpovídá částce, jež by musela být vyplacena, kdyby pojišťovna nebo zajišťovna převedla pojistné nebo zajistné závazky jinam. Technické rezervy se vypočtou jako součet nejlepšího odhadu a

rizikové přírážky. Nejlepší odhad se stanoví jako vážený průměr budoucích peněžních toků s ohledem na časovou hodnotu peněz s použitím odpovídajících pojistně matematických a statistických metod. Výše rizikové přírážky musí být taková, „aby se zajistilo, že hodnota technických rezerv bude odpovídat očekávané částce, kterou potřebují pojišťovny a zajišťovny na vyrovnání pojistných a zajistných závazků.“ (Mužáková, Böhm, 2010) Vypočte se tak, že se stanoví náklady na zajištění použitelného kapitálu, což je solventnostní kapitálový požadavek. Při výpočtu technických rezerv se dále zohledňují další náklady spojené se správou pojistných a zajistných závazků, inflace, očekávané platby pojistníkům a oprávněným osobám a hodnoty finančních záruk.

Druhý pilíř obsahuje požadavky na kvantitativní řízení rizik. Do druhého pilíře spadá stanovení pravidel investičního řízení a řízení aktiv a pasiv, transparentnost dohledu institucí, vytvoření kvalitního risk managementu. Pojišťovna musí držet takový kapitál, který zohledňuje rizika, jež pojišťovna podstupuje, tak, aby to nepoškodilo dobrou pověst pojišťovny, což souvisí s pilířem I.

Požadavkem na pojišťovny a zajišťovny podle Solvency II je účinný řídicí a kontrolní systém. Tento systém musí zahrnovat transparentní organizační strukturu, účinný systém pro předávání informací. Dále druhý pilíř obsahuje písemnou koncepci o řízení rizik a vnitřní kontrole, auditu a externí zajištění služeb. Tato koncepce se přezkoumává minimálně jednou ročně a musí se schválit správním, řídicím nebo kontrolním orgánem. Osoby ve vedení musí být bezúhonné a musí mít odbornou kvalifikaci a dostatek zkušeností. Orgánům dohledu je také nutné hlásit změny ve vedení, ty pak posoudí, jestli jsou nově zvolené osoby dostatečně způsobilé řídit pojišťovnu.

Další součástí druhého pilíře je efektivní oceňování rizik, strategie pro řízení rizik a jejich sledování a hlášení. Tento systém musí být takový, aby zahrnoval všechna rizika, nejen ta, která se zohledňují při výpočtu solventnosti. Systém se musí vztahovat minimálně na oblasti, jako je řízení aktiv a závazků, investic, řízení rizika likvidity a koncentrace a operačních rizik, upisování pojištění a tvorba technických rezerv, zajištění a jiné.

Pojišťovny a zajišťovny jsou nuceny vést systém vnitřní kontroly, jehož součástí jsou účetní postupy, účinné mechanismy ohlašování a funkce zajišťování shody s předpisy, kam spadá poskytování poradenství správnímu, řídicímu a kontrolnímu orgánu a posouzení dopadu

všech změn v právním prostředí. Dále musí zařídit interní audit, který bude hodnotit, jestli pojišťovny mají vhodný a efektivní systém vnitřní kontroly.

Důvodem tohoto dohledu a kontroly je především ochrana pojistníků a oprávněných osob. Dohled zahrnuje ověřování řádného výkonu činností pojišťoven a vhodnou kombinaci dohledu na dálku a na místě. Orgány dohledu při zjištění, že rizikový profil pojišťovny se odchyluje od vypočteného solventnostního kapitálového požadavku, protože některá rizika nejsou zachycena dostatečně, interní model není vhodný nebo se systém správy pojišťovny odchyluje od ustanovení ve Směrnici 2009/138/ES, proto není pojišťovna schopna řádně rizika měřit a řídit, mohou nařídit zvýšení kapitálového požadavku.

Třetí pilíř udává nutnost pojišťoven reportovat a zveřejňovat informace, což napomáhá k vyšší transparentnosti. Pojišťovny musí zveřejňovat informace o tom, jaké množství kapitálu drží a jak řídí rizika. Je zde také zahrnuta spolupráce mezi orgány dohledu.

Pokud pojišťovna nebo zajišťovna udržuje tržní disciplínu, zvyšuje se dostupnost informací pro veřejnost. Veřejnost je tedy obeznána s aktivy a pasivy pojišťovny nebo zajišťovny a dalšími finančními informacemi, což snižuje nejistotu na trhu. Pojišťovna nebo zajišťovna tedy musí zveřejňovat informace pro účely dohledu, pro výbor CEIOPS a pro pojistníky. V Evropské unii musí pojišťovny předkládat orgánům dohledu informace, kterými jsou zprávy o solventnosti a finanční situaci, systém oceňování položek rozvahy, jakým rizikům čelí a jejich řízení. Orgány dohledu jednotlivých členských států musí výboru CEIOPS poskytnout informace týkající se navýšení kapitálového požadavku. Výbor CEIOPS pak musí zveřejňovat informace o členských státech a dává je Evropskému parlamentu, Radě a Komisi včetně zprávy, kde je uvedeno, jak probíhá sbližování dohledu ve členských státech.

Třetí pilíř dále také obsahuje povinnost pojišťoven nebo zajišťoven zveřejňovat zprávu o solventnosti a finanční situaci, která musí obsahovat, jakou činnost pojišťovna vykonává, jaký je její kontrolní a řídicí systém, jakým rizikům čelí, jakou metodu používá pro oceňování jednotlivých položek rozvahy, a popis řízení kapitálu. V posledním bodě je zahrnuto, jakou strukturou kapitálu pojišťovna disponuje a jeho kvalitu, jakou musí pojišťovna držet výši solventnostního a minimálního kapitálového požadavku, informace o interních modelech výpočtu solventnosti a případně i částky nedodržení kapitálových požadavků.

2.3.7 Finanční umístění

Pojišťovny jsou povinny přijaté prostředky z vybraného pojistného investovat, což je v bilanci pojišťovny vedeno jako položka finančního umístění na straně aktiv. Pro tyto investice existují podle Směrnice 2009/138/ES zásady.

Podle zásady **obezřetného jednání** musí pojišťovny a zajišťovny investovat do takových instrumentů, jejichž riziko mohou pojišťovny určit, měřit, řídit a kontrolovat. Toto riziko jsou pak povinny zohlednit ve výpočtu solventnosti. Investice pro krytí solventnostního a minimálního kapitálového požadavku musí být dostatečně likvidní a bezpečné, nicméně musí zajistit výnosnost portfolia aktiv. Pojišťovny mohou rovněž použít derivátových instrumentů tak, aby umožnily snížení investičních rizik nebo zefektivnily správu celého portfolia. Pojišťovny jsou povinny portfolio dostatečně diverzifikovat, aby neexistovala korelace mezi vývojem cen instrumentů. Rozložení portfolia by tedy mělo být takové, aby pojišťovna nebo zajišťovna držela aktiva různých typů, od několika emitentů a z různých zeměpisných oblastí.

Další zásadou je **svoboda investovat**. Pojišťovna může zvolit, do jakých typů instrumentů bude investovat a členské státy Evropské unie nesmí do této volby zasahovat. Investiční rozhodnutí pojišťovny tedy nepodléhá žádnému schvalování nebo povolení. Tato zásada se ale nevztahuje na omezení druhů aktiv u smluv, kdy investiční riziko nese pojistník.

V zásadě **umístění aktiv a zákaz zastavení aktiv** je pojednáno o tom, že členské státy nesmějí požadovat po pojišťovnách nebo zajišťovnách, aby investovaly aktiva na krytí technických rezerv k rizikům v Evropské unii nebo některém jejím státě.

2.3.8 Srovnání Solvency II a přístupu RBC

V Evropě se zavádí nový koncept Solvency II, ve Spojených státech je tomuto přístupu k výpočtu kapitálového požadavku nejbližší přístup pomocí metody rizikově váženého kapitálu, neboli metody RBC. Oba tyto přístupy jsou zaměřeny převážně na ochranu pojistníků a oprávněných osob, ale dále se mezi nimi objevují rozdíly, které lze vidět např. v tom, že Solvency II zohledňuje celý rizikový profil pojišťovny, ale metoda RBC je zaměřena na průměrnost kapitálu. V tomto přístupu je kladen důraz na měření jednotlivých kategorií rizika.

Metodou RBC je zjištěna potřebná výše kapitálové vybavenosti pojišťoven nebo zajišťoven. Aby mohla být kapitálová vybavenost zjištěna, kvantifikují se rizika, kterým pojišťovny nebo zajišťovny čelí, a jednotlivým třídám aktiv se přiřazují dané rizikové váhy.

Metoda RBC tedy vychází ze vztahu

$$TAC \geq RBC, \quad (2.19)$$

kde TAC je celkový upravený volný kapitál, který odpovídá skutečné míře solventnosti, RBC je rizikově vážený kapitál. Volným kapitálem se rozumí vlastní kapitál pojišťovny, tedy aktiva po odečtení závazků. Zde se také rozlišuje stanovení solventnosti u životního a neživotního pojištění. Životní pojištění vychází z kovariančního vzorce

$$RBC = C_0 + \sqrt{(C_1 + C_3)^2 + C_2^2} + C_4, \quad (2.20)$$

kde C_0 je kapitál pro investice do dceřiných společností, C_1 je kapitál pro krytí investičního rizika, C_2 je kapitál pro riziko vývoje technických rezerv a předepsaného pojistného, C_3 je kapitál pro riziko úrokových měr, C_4 je kapitál pro podnikatelské riziko.

V neživotním pojištění se také vychází z kovariančního vzorce

$$RBC = R_0 + \sqrt{R_1^2 + R_2^2 + \left(\frac{1}{2} R_3\right)^2 + \left(\frac{1}{2} R_3 + R_4\right)^2 + R_5^2}, \quad (2.21)$$

kde R_0 je kapitál pro investice do dceřiných společností, R_1 je kapitál pro investiční riziko u investic do cenných papírů s pevným výnosem, R_2 je kapitál pro riziko spojené s investováním do akcií a nemovitostí, R_3 je kapitál pro úvěrové riziko, včetně pohledávek za zajistiteli, R_4 je kapitál pro riziko vývoje škodních rezerv, R_5 je kapitál pro riziko předepsaného pojistného.

Dále se posuzuje RBC poměr (rbc) opět zvlášť pro životní a neživotní pojištění. Pokud se celkový upravený volný kapitál vztahuje k rizikově váženému kapitálu, pak je vzorec

$$rbc = \frac{TAC}{RBC} \quad (2.22)$$

a vypočtená úroveň naznačuje, jestli jsou kapitálové požadavky pojišťovny splněny. Jestliže je rbc vyšší nebo rovno 100 %, kapitálové požadavky jsou splněny. Při rbc nižším než 35 %, mělo by se zahájit regulační opatření, případně se směřuje k likvidaci pojišťovny, naopak u

Solvency II se regulační opatření zahajují, pokud výše kapitálu klesne pod zjištěný minimální kapitálový požadavek. Metoda RBC tedy nemá funkci cílové úrovně kapitálu.

3 Metodika výpočtu a predikce solventnosti

V této kapitole je popsána metoda Value at Risk, její analytický výpočet a zjištění solventnostního požadavku pomocí simulace Monte Carlo. Dále je popsána metoda Conditional Value at Risk, neboli metoda Expected Shortfall, a rozdíl mezi oběma metodami. Následně pak je vysvětlen postup výpočtu pro predikování solventnosti pomocí geometrického Brownova pohybu.

V této kapitole se vychází především z publikací Finanční modely: koncepty, metody, aplikace (Zmeškal, Dluhošová, Tichý, 2013), Kapitálová přiměřenost ve financích a solventnost v pojišťovnictví (Cipra, 2002) a Value at risk: the new benchmark for managing financial risk (Jorion, 2007).

3.1 Náhodný vývoj ceny akcie

Pro akcie, které má pojišťovna v portfoliu je charakteristický náhodný vývoj v čase. Tento vývoj je stochastický proces, který lze také popsat deterministicky, kdy se nebere v úvahu náhodná složka. Protože rozhodující je v těchto procesech čas, jsou to dynamické modely. Pro popis stochastického vývoje je možné použít Itôova procesu, což je obecný proces, z něhož se odvozují další procesy pro popis vývoje akcií. Itôův proces je definován takto

$$dx = a(x; t) \cdot dt + b(x; t) \cdot dz, \quad (3.1)$$

kde $a(x; t) \cdot dt$ je trendová složka, $a(x; t)$ je funkce měnící se s časem, $b(x; t) \cdot dz$ je směrodatná odchylka proměnné x , $b(x; t)$ je také složka měnící se s časem, dz je Wienerův proces.

Základním prvkem spojitých procesů je právě Wienerův proces, který vychází z Itôova. Wienerův proces je odvozen z toho, že predikované ceny nejsou ovlivněny historickými cenami, ale pouze tou aktuální a z toho, že změny cen jsou v čase nezávislé. Tento proces má nulový trend a obsahuje pouze náhodnou složku. Wienerův proces lze vyjádřit jako

$$\tilde{z}_{0+dt} - z_0 = dz = \tilde{\varepsilon} \cdot \sqrt{dt}, \quad (3.2)$$

kde dt je nekonečně malá změna času, $\tilde{\varepsilon}$ je náhodná proměnná z normovaného normálního rozdělení $N(0; 1)$, z je náhodná složka.

Střední hodnota a rozptyl Wienerova procesu jsou vyjádřeny následovně

$$E(\tilde{z}_T) = 0, \quad (3.3)$$

$$\text{var}(\tilde{z}_T) = k \cdot dt = T, \quad (3.4)$$

$$\sigma(\tilde{z}_T) = \sqrt{T}. \quad (3.5)$$

Dalším procesem spadajícím pod Wienerův proces je aritmetický Brownův pohyb, který vyjadřuje pohyb ceny akcie, kde jsou parametry konstantní a nezávislé na ostatních proměnných a vývoj ceny má lineární trend. V tomto procesu je deterministická složka určena pouze časem a náhodná složka je určena směrodatnou odchylkou, což vychází právě z Wienerova procesu. Aritmetický Brownův pohyb je charakterizován rovnicí

$$dx = \mu \cdot dt + \sigma \cdot dz. \quad (3.6)$$

Střední hodnota a rozptyl přírůstku se pak stanoví jako

$$E(dx) = \mu \cdot dt, \quad (3.7)$$

$$\text{var}(dx) = \sigma^2 \cdot dt, \quad (3.8)$$

střední hodnota a rozptyl ceny akcie jsou pak dány rovnicemi

$$E(x_T) = x_0 + \mu \cdot T, \quad (3.9)$$

$$\text{var}(x_T) = \sigma^2 \cdot T. \quad (3.10)$$

Pro lepší znázornění vývoje finančních veličin se ale používá spíše geometrický Brownův pohyb, kde se kurz vyvíjí exponenciálně. Geometrický Brownův pohyb bude použit pro predikování solventnosti na následující období, proto bude podrobněji popsán v kapitole 3.5.

3.1.1 Mean-reversion modely

Mean-reversion modely náleží do kategorie Itôova procesu a obsahují v sobě specifický Wienerův proces. Tyto modely se převážně používají pro modelování náhodného vývoje úrokových sazeb, jenž je specifický a liší se oproti vývoji kurzu akcií. V modelech

jsou charakterizovány takové procesy, u kterých se cena navrácí k určité dlouhodobé rovnováze, neboli kolísají kolem určité střední hodnoty, což je typické právě pro úrokové míry. V modelech je zahrnut parametr pro dlouhodobou rovnováhu (a) a parametr pro rychlost přibližování se k této dlouhodobé rovnováze (b). Čím je parametr a vyšší, tím je rychlejší návrat ceny instrumentu k rovnováze.

Existuje několik modelů, které spadají do těchto procesů. Modely mohou být jednofaktorové nebo vícefaktorové. Nejznámější modely, mezi něž patří např. Vašíčkův model, HW model nebo CIR model, budou dále popsány.

Vašíčkův model je typickým příkladem mean-reversion modelu. Je to velmi jednoduchý model, ale jeho nevýhodou je to, že se sazba může dostat i do záporných hodnot, což není v některých případech (např. při modelaci úrokových měr) realistické.

$$dr = a \cdot (b - r) \cdot dt + \sigma \cdot d\tilde{z} , \quad (3.11)$$

Problém Vašíčkova modelu řeší **Schwartzův model**, ve kterém je zaveden přirozený logaritmus proměnné, tudíž nejsou možné její záporné hodnoty.

$$dr = a \cdot (b - \ln r) \cdot r \cdot dt + \sigma \cdot r \cdot d\tilde{z} , \quad (3.12)$$

Cox-Ingersoll-Ross model (CIR model) je modifikací Vašíčkova modelu. Výhodou je ovšem to, že \sqrt{r} zajišťuje, že se predikovaná veličina nedostane do záporných hodnot.

$$dr = a \cdot (b - r) \cdot dt + \sigma \cdot \sqrt{r} \cdot d\tilde{z} . \quad (3.13)$$

Ho-leevův model (HL model) odpovídá forwardové sazbě a vychází se z aktuální výnosové křivky, což se označuje jako kalibrace. Uvedená rovnice je spojitou verzí a funkce $\theta(t)$ je vyjádřena tak, aby výsledná výnosová křivka odpovídala běžné termínové struktuře. Nevýhodou modelu je to, že se sazba $r(t)$ může dostat do záporných hodnot.

$$dr = \theta(t) \cdot dt + \sigma \cdot d\tilde{z} . \quad (3.14)$$

Hull-Whiteův model (HW model) je modifikací HL modelu. Zde se však přidává dlouhodobá úroková sazba. Model je také kalibrován, aby spotové a forwardové křivky byly v souladu.

$$dr = [\theta(t) - a \cdot r] \cdot dt + \sigma \cdot d\tilde{z} . \quad (3.15)$$

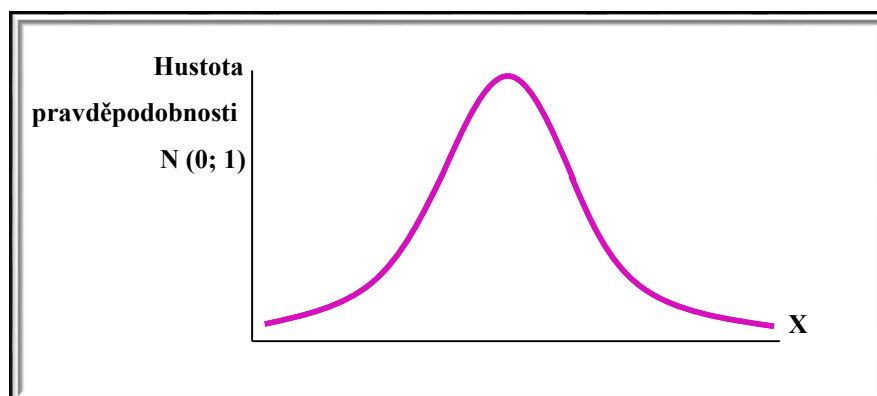
3.2 Rozdělení pravděpodobnosti

Nejčastějším typem rozdělení pravděpodobnosti je **normální rozdělení** neboli Gaussovo. Toto rozdělení je také použito při výpočtu Value at Risk. Určitá veličina má náhodný vývoj podle normálního rozdělení, pokud má pravděpodobnostní hustotu tvaru

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} \cdot \exp \left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2} \right], \quad -\infty < x < \infty, \quad (3.16)$$

kde μ je střední hodnota, σ je směrodatná odchylka náhodné veličiny. Je to tedy rozdělení určené dvěma parametry a lze jej napsat jako náhodná veličina $X \sim N(\mu; \sigma^2)$. Náhodná veličina má koeficient šikmosti nula, tzn. rozdělení je symetrické kolem střední hodnoty, a koeficient špičatosti rovný třem. Pokud je střední hodnota rovna nule a rozptyl je jednotkový, normální rozdělení je označeno jako normované, tedy $N(0; 1)$. Normální rozdělení je typické např. pro modelování tržního rizika.

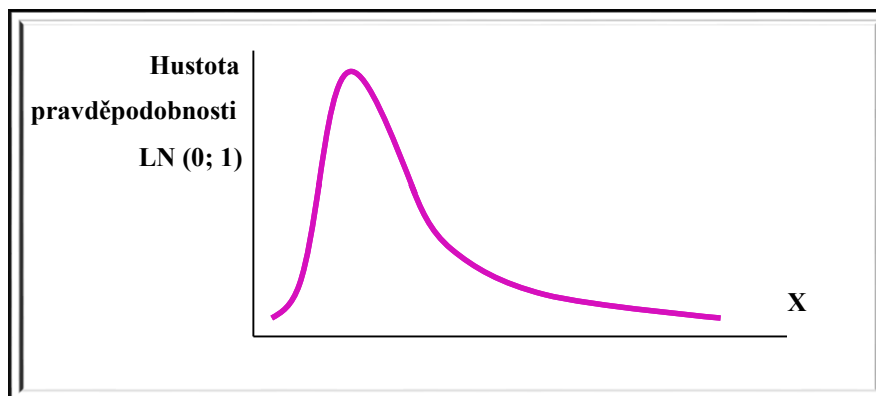
Obr. 3.1 Normální rozdělení



Rozdělení, podle kterého se chovají finanční instrumenty, je označeno jako **logaritmicko-normální**. Je vhodné jej použít tam, kde je nutné modelovat veličiny tak, aby byly kladné, což jsou např. ceny akcií. Je také využito při modelaci kreditního rizika. Aby bylo možné říct, že náhodná veličina X má log-normální rozdělení, musí mít náhodná veličina $\ln X$ rozdělení z $N(\mu; \sigma^2)$. Pravděpodobnostní hustota náhodné veličiny X je pak zapsána jako

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma \cdot x} \cdot \exp \left[-\frac{(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2} \right], \quad x > 0, \quad (3.17)$$

Obr. 3.2 Logaritmicko-normální rozdělení



3.3 Value at Risk

Metoda Value at Risk se využívá pro měření rizik v rámci risk managementu. Je založena na minimalizaci hodnoty ztráty při určité hladině významnosti. Je to tedy hodnota rizika vyjádřená jako nejmenší předpovídaná ztráta, která je určena na dané hladině rizika za určitý časový interval. Vyjadřuje se tedy v kategorii ztráty. VaR zobrazuje dopady budoucího vývoje portfolia na velikost zisku. Výsledkem je řečeno, na kolik procent si může být investor jistý, že nepřijde o více korun, než bylo zjištěno.

Při výpočtu VaR se musí zohlednit dva faktory, kterými jsou čas a spolehlivost. Obojí je sice možné zvolit subjektivně, ale někdy tyto hodnoty stanovuje regulatorní orgán, jako je tomu v případě výpočtu solventnostního a minimálního kapitálového požadavku, uvedených v kapitole 2.3.4 a 2.3.5. Volbu časového období ovlivňuje např. likvidita trhu, kdy při vysoké likviditě instrumentů se používá výpočet na denní bázi, neměnnost portfolia, kde se předpokládají při delších časových horizontech změny v portfoliu, a ověřitelnost výsledků, kde je pro ověření nutné získat více výsledků, což je možné za kratší období.

V této práci je pro vyčíslení Value at Risk použita *simulace Monte Carlo*. Dále je však možné stanovit VaR pomocí metody variance a kovariance nebo metodou historické simulace. *Metoda variance a kovariance* vychází z odhadnutí rozptylu a kovariance, jež jsou možné zjistit na základě historických dat. Předpokladem pro stanovení VaR jsou lineární finanční toky a zisky mají normální rozdělení. *Metoda historické simulace* je velmi jednoduchá a je založena na historických výnosech. Pomocí historických dat je vytvořeno rozdělení pravděpodobnosti a data se seřadí podle velikosti od nejnižší hodnoty a výsledné

VaR je získáno jako percentil na hladině významnosti α . Zjišťuje se potenciální ztráta na základě ztrát, jež se vyskytly v minulosti u určitého portfolia.

Pravděpodobnostní charakter je možné vyjádřit dvěma způsoby jako významnost α a spolehlivost $1 - \alpha$. Významnost je pravděpodobnost menší než 50 % a spolehlivost je pravděpodobnost vyšší než 50 %. Lze tedy říci, že případná ztráta bude vyšší, než zjištěná na dané hladině významnosti, nebo případná ztráta bude menší než zjištěná na určité hladině spolehlivosti.

3.3.1 Vztahy pro výpočet parametrů portfolia

Aby bylo možné Value at Risk spočítat, je nejprve nutné vypočítat dva základní parametry, tedy střední hodnotu výnosu, jenž vyjadřuje očekávaný výnos, a směrodatnou odchylku vyjadřující riziko.

Pro stanovení střední hodnoty výnosu se vypočítají jednotlivé výnosy, které lze zjistit spojitě a diskrétně za jeden časový interval. Vzorec pro diskrétní výnos je

$$R_{it} = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}. \quad (3.18)$$

Spojitě výnosy lze zjistit jako

$$R_{it} = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}}, \quad (3.19)$$

kde R_{it} je výnos jednotlivé akcie v určitém časovém intervalu, P_t je cena akcie v daném čase, P_{t-1} je cena akcie v čase předchozím. Očekávaný výnos určité akcie se vypočte následovně

$$E(R_i) = \frac{1}{N} \sum_t R_{it}, \quad (3.20)$$

kde $E(R_i)$ je očekávaný výnos daného aktiva, N je počet období.

Aby bylo možné zjistit rizikovost jednotlivých aktiv, vypočítá se rozptyl σ^2 výnosu aktiva pomocí vzorce

$$\sigma^2 = \text{var}(R_i) = \frac{1}{N} \sum_t [R_{it} - E(R_i)]^2. \quad (3.21)$$

Směrodatná odchylka σ , znázorňující riziko daného aktiva, je pak odmocninou rozptylu

$$\sigma = \sqrt{\text{var}(R_i)} . \quad (3.22)$$

Dalším krokem je výpočet očekávaného výnosu portfolia a jeho rizika. Očekávaný výnos portfolia $E(R_p)$ je vyjádřen pomocí vzorce

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^N x_i \cdot E(R_i) , \quad (3.23)$$

kde x_i je podíl i -té akcie v portfoliu, N je počet aktiv v portfoliu. Maticový zápis pro výpočet očekávaného výnosu portfolia je vyjádřen jako

$$E(R_p) = E^T(\vec{R}) \cdot \vec{x} . \quad (3.24)$$

Riziko portfolia σ_p vyjádřené směrodatnou odchylkou se zjistí jako

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_i \sum_j x_i \cdot x_j \cdot \sigma_{ij}} , \quad (3.25)$$

kde x_i je podíl i -tého aktiva v portfoliu, x_j je podíl j -tého aktiva v portfoliu, σ_{ij} je kovariance obou aktiv. Maticový zápis výpočtu směrodatné odchylky je následující

$$\sigma_p = \sqrt{\vec{x}^T \cdot C \cdot \vec{x}} , \quad (3.26)$$

kde \vec{x}^T je transformovaný vektor podílů jednotlivých aktiv v portfoliu, C je kovarianční matice, \vec{x} je vektor podílů jednotlivých aktiv portfoliu.

Kovariance vyjadřuje závislost mezi dvěma aktivy, i -tým aktivem a j -tým aktivem. Kovariance může nabývat hodnot $\sigma_{ij} \in \langle -\infty; +\infty \rangle$. V případě kladných hodnot, jsou aktiva na sobě závislá, záporné hodnoty vyjadřují inverzní statistickou závislost. Hodnota nula vyjadřuje nezávislost obou aktiv. Hodnoty jednotlivých kovariancí lze sestavit do kovarianční matice, kde na diagonále jsou hodnoty rozptylu daných aktiv neboli kovariance aktiva se sebou. Kovarianci je možné vyjádřit následovně

$$\sigma_{ij} = \frac{1}{N} \sum_t [R_{it} - E(R_i)] \cdot [R_{jt} - E(R_j)] . \quad (3.27)$$

3.3.2 Analytický výpočet Value at Risk

Pro stanovení hodnoty VaR se vychází z předpokladu, že pravděpodobnost toho, že zisk z vytvořeného portfolia akcií bude menší než předem stanovený zisk, se bude rovnat určené hladině významnosti. Matematicky to lze napsat

$$\Pr(\Delta\tilde{\Pi} \leq +ZISK) = \alpha, \quad (3.28)$$

kde α je stanovená hladina významnosti, $\Delta\tilde{\Pi}$ je velikost zisku, $ZISK$ je předem stanovená hladina zisku. Protože VaR představuje ztrátu, může být zisk vyjádřen jako záporná ztráta

$$\Pr(\Delta\tilde{\Pi} \leq -VaR) = \alpha, \quad (3.29)$$

$$\Pr(\Delta\tilde{\Pi} + VaR \leq 0) = \alpha. \quad (3.30)$$

Vztah (3.29) znamená, že hodnota zisku je menší nebo rovna opačné hodnotě kritéria VaR. Tato rovnice pak představuje základní rovnici pro výpočet hodnoty VaR. Předpoklady pro výpočet hodnoty VaR jsou, že se stanovuje VaR pro portfolio aktiv, přírůstek hodnoty portfolia aktiv je vyjádřen pomocí výnosů a náhodné výnosy se chovají jako normální rozdělení.

Při výpočtu VaR se vychází ze vzorce (3.30), u něhož se součet $(\Delta\tilde{\Pi} + VaR)$ nahrazuje náhodnou veličinou z normálního rozdělení \tilde{g} a lze tedy zápis rovnice napsat jako

$$\Pr(\tilde{g} \leq 0) = \alpha. \quad (3.31)$$

V dalším postupu se výraz transformuje na normované normální rozdělení

$$\Pr\left[\frac{\tilde{g} - E(\tilde{g})}{\sigma(\tilde{g})} \leq \frac{0 - E(\tilde{g})}{\sigma(\tilde{g})}\right] = \alpha. \quad (3.32)$$

Dále je nutné stanovit předpoklady, tedy

$$\Phi\left(\frac{0 - E(\tilde{g})}{\sigma(\tilde{g})}\right) = \alpha, \quad (3.33)$$

$$E(\tilde{g}) = E(\Delta\tilde{\Pi} + VaR) = E(\Delta\tilde{\Pi}) + VaR, \quad (3.34)$$

$$\sigma(\tilde{g}) = \sigma(\Delta\tilde{\Pi}) \quad (3.35)$$

kde Φ je distribuční funkce normovaného normálního rozdělení. Výraz (3.32) se po úpravě zapíše jako

$$\frac{0 - E(\Delta\tilde{\Pi} + VaR)}{\sigma(\Delta\tilde{\Pi} + VaR)} = \Phi^{-1}(\alpha). \quad (3.36)$$

Rovnice se dále podle předpokladů dle (3.33) až (3.35) upravuje tak, aby se osamostatnilo VaR a výsledný výraz pro výčet Value at Risk je následující

$$VaR = -E(\Delta\tilde{\Pi}) - \Phi^{-1}(\alpha) \cdot \sigma(\Delta\tilde{\Pi}), \quad (3.37)$$

kde $E(\Delta\tilde{\Pi})$ je střední hodnota zisku portfolia aktiv, $\sigma(\Delta\tilde{\Pi})$ je směrodatná odchylka zisku portfolia, $\Phi^{-1}(\alpha)$ je inverzní funkce k distribuční funkci normovaného normálního rozdělení na hladině významnosti α .

3.3.3 Simulace Monte Carlo

Numerické simulace byly poprvé použity vědci vyvíjejícími atomové bomby, aby odstranili problémy, které nebyli schopni vyřešit pomocí obvyklých prostředků. Bylo zjištěno, že tyto simulace mohou být uplatněny na řešení složitých matematických integrálů, jež vznikají u teorie nukleárních řetězových reakcí. Tento podnět vedl k vytvoření simulace Monte Carlo. Před vývojem metody Monte Carlo byl ale použit přístup, který umožnil opakovaně simulovat náhodný proces finančních proměnných v širokém rozsahu možných situací. Tyto proměnné měly specifikované pravděpodobnostní rozdělení a parametry. Tímto pak simulace vytvořily rozdělení hodnot portfolia, ze kterých bylo VaR odvozeno.

Simulace Monte Carlo řeší problém numerické integrace funkce s velkým množstvím proměnných. Jednoduchou metodou je provést integraci pomocí výpočtu plochy pod křivkou s použitím rovnoměrně rozmístěných bodů funkce, což je vhodné pro funkce s jednou proměnnou. Nicméně u funkcí s více proměnnými vzniká problém zvaný *curse of dimensionality* („prokletí rozměrnosti“), u dvou proměnných se vytvoří mřížka 10 x 10, tedy 100 bodů, u 100 proměnných se však vytvoří mřížka o velikosti 10^{100} bodů, což je velmi obtížné spočítat. Monte Carlo však využívá aproximované řešení. Místo aby se zahrnuly všechny hodnoty v multidimenziálním prostoru, vygeneruje se N počet náhodných vzorků vektoru proměnných. Tato metoda generuje odhady hodnot, jejichž standardní chyba klesá při zvýšení počtu proměnných a nezáleží tudíž na velikosti vzorku.

Simulace Monte Carlo je parametrická metoda, kde se generují náhodné pohyby rizikových faktorů z daného rozdělení pravděpodobnosti. Simulace se používá v případě, kdy není možné použít analytický výpočet. Je to například z důvodu složitého rozdělení pravděpodobnosti. V tomto případě se používá obrovské množství simulací, které vyjadřují možný vývoj hodnoty portfolia.

Pro simulaci jsou aplikovány náhodné procesy, které jsou popsány v kapitole 3.1. Při výpočtu je nutné vygenerovat několik tisíc možných scénářů, jež charakterizují, jak se ceny finančních aktiv mohou vyvíjet v daném rozdělení pravděpodobnosti. Nejvhodnější je zde použití geometrického Brownova pohybu, kdy se cena vyvíjí exponenciálně (geometricky).

Pro generování náhodných veličin je nutné vybrat rozdělení, podle kterého se aktiva chovají. Předpokladem je, že se aktiva chovají podle normálního rozdělení, a bude tedy použito toho rozdělení, přesněji normované normální rozdělení $N(0; I)$. Aby bylo rozdělení co nejpřesnější, používá se metoda založená na historických cenách. Po vygenerování cen je pak možné provést výpočet VaR, tedy stanovení VaR jako kvantilu na dané hladině významnosti.

Při simulaci veličin je nutné znát jejich korelaci a kovarianci. Proto se používá generování náhodného vektoru prvotních faktorů $\vec{\epsilon}$ podle Choleskeho algoritmu.

$$\vec{\epsilon}^T = \vec{e}^T \cdot P, \quad (3.38)$$

kde P je trojúhelníková matice zjištěná pomocí kovarianční matice C , vektor \vec{e} je vektor nezávislých proměnných z normovaného normálního rozdělení $N(0; I)$. Matice P je dále zjištěna pomocí následujících vzorců

$$p_{ii} = \left(\sigma_{ii} - \sum_{k=1}^{i-1} p_{ki}^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad \text{pro } i = 1, 2, \dots, N, \quad (3.39)$$

$$p_{ij} = \left(\sigma_{ij} - \sum_{k=1}^{i-1} p_{ki} \cdot p_{kj} \right) \cdot p_{ii}^{-1} \quad \text{pro } 1 \leq i < j \leq N, \quad (3.40)$$

$$p_{ij} = 0 \quad \text{pro } i > j, \quad \text{kdy } i, j = 1, 2, \dots, N, \quad (3.41)$$

kde i, j jsou jednotlivá aktiva, p_{ij} je daná hodnota v matici P , σ_{ij} je daná hodnota z kovarianční matice, N je počet náhodných faktorů.

Simulace Monte Carlo je velmi přesná a vychází z normálního rozdělení, které je charakteristické pro vývoj cen akcií, nicméně hodnoty VaR zjištěné analytickým výpočtem a simulací se mohou mírně lišit, protože simulace nemůže postihnout všechny rizikové faktory, které mohou cenu akcie ovlivnit. Hodnota ztráty stanovená analytickým výpočtem bývá vyšší, protože se zde odráží i neočekávané změny a rizika, která v simulaci nelze odhadnout. Nevýhodou je také složitost výpočtu. Portfolio bývá složeno z mnoha druhů aktiv, a pokud je u každého zjištěno např. 10 000 scénářů, je zde obrovské množství hodnot na zpracování. Z toho důvodu je nutné mít při výpočtu výkonný počítač s kvalitním softwarem, který je schopen takové množství dat zpracovat. Naopak je to ale přístup, který je schopen postihnout široké množství rizik, jako např. cenové riziko nebo riziko volatility, a jediný, který zvládne kreditní riziko, protože simulací je možné postihnout i dlouhodobý časový horizont.

3.3.4 Výhody a nevýhody VaR

Nevýhody metody Value at risk převyšují její výhody, nicméně je Value at Risk velmi využívanou metodou pro zjištění možné ztráty při držení daného portfolia. Vhodnější je ale použít metodu Conditional Value at Risk, tedy podmíněnou hodnotu VaR, která je uvedena v kapitole 3.4.

Výhodou Value at Risk je, že:

- *vyjadřuje riziko v jednom čísle*: Výsledná hodnota je tak jednoduchá k pochopení a je hned jasné, co se bude dít se ziskem z držení daného portfolia.
- *má jednoduchou interpretaci*: Při výpočtu VaR je zjištěno jedno číslo, které dává přehled o tom, jak je portfolio vystaveno rizikům.
- *může být aplikováno na různé finanční instrumenty a zásadní zdroje rizika*.

Nevýhodou Value at Risk je, že:

- *nepředstavuje maximální možnou ztrátu*: VaR se určuje na dané hladině významnosti, výsledek tedy může být ovlivnitelný a říká, jaká může být na té hladině významnosti ztráta. Pokud je významnost nižší, ztráta může být větší. VaR by se tedy mělo počítat na několika hladinách významnosti pro lepší přehled o možných ztrátách.
- *neinformuje o velmi málo pravděpodobných ztrátách*: Toto souvisí s předchozím bodem, a proto je nutné zjistit VaR i na těch nejnižších hladinách významnosti.
- *není subaditivní*: Subaditivita znamená, že celkové riziko portfolia se rovná součtu rizik jeho subportfolií. Portfolio je tedy možno rozdělit do subportfolií tak vhodně, aby

po součtu jednotlivých VaR bylo získáno nižší číslo, než je VaR celkové. Riziko je zde tudíž podhodnoceno.

- *není vpřed hledící*: VaR, jako jakýkoli jiný model, má několik předpokladů. Zde je předpoklad, že přírůstky tržních sazeb se v průběhu času budou chovat podobně, což je velmi nerealistické, protože finanční trhy se vyvíjejí a mění kvůli různým důvodům.
- *je založen na historických datech*: Hodnota VaR není schopna určit, jak se finanční trhy budou vyvíjet. Tedy nebere v úvahu možné krize a nenadálé události.
- *neuvažuje náklady likvidace*: Aktiva v portfoliu jsou oceněna středovými cenami, kde je také zohledněno tržní rozpětí. Nicméně VaR nepočítá se zvýšením tohoto tržního rozpětí a při likvidaci pozic za zvýšeného tržního rozpětí instituce může zaznamenat vyšší ztráty, než jaké podle VaR byly zjištěny.
- *je statická metoda*: VaR nepředpokládá změny v portfoliu, což nezohledňuje, že někteří obchodníci aktivně obchodují během dne. VaR počítaný ke konci dne by pak maximální ztrátu mohl podhodnotit.
- *je nastaven na fixní časový horizont*: Typické nastavení časového horizontu pro výpočet VaR je od jednoho dne po několik dní. Toto nastavení však ignoruje, že se obchodní pozice mohou měnit v závislosti na změně tržních podmínek.

3.4 Conditional Value at Risk

Conditional Value at Risk (dále CVaR), nebo také metoda Expected Shortfall, vyjadřuje očekávanou hodnotu možných ztrát s předpokládaným rozdělením. Je to tedy podmíněná střední hodnota ztrát, které jsou vyšší, než je hodnota VaR. CVaR ale není nejhorší scénář, kterým je vždy 100 % ztráty. Je to průměr ztrát v určitém procentu případů na dané hladině významnosti. Vzorcem lze CVaR vyjádřit následovně

$$CVaR_{\alpha} = E[X | X > VaR_{\alpha}]. \quad (3.42)$$

Metoda CVaR je definována jako očekávaná hodnota na hladině spolehlivosti α převyšující hodnoty VaR a lze ji vyjádřit také vzorcem

$$CVaR = \frac{\int_{VaR_{\alpha}}^{\infty} x f(x) dl}{\int_{VaR_{\alpha}}^{\infty} f(x) dl}. \quad (3.43)$$

Hodnota CVaR vyjadřuje nejen pravděpodobnost, s jakou výše ztráty přesáhne určitou hodnotu, ale také, jaká je očekávaná výše této ztráty. CVaR je tedy odvozená míra rizika od hodnoty VaR a lze ji zjistit jednoduše, pokud už je VaR vypočteno.

Pokud je vypočítáno VaR, zjištění hodnoty CVaR je snadné a určí se jako průměr hodnot vyšších než VaR. Pomocí CVaR je vyjádřeno, k jaké ztrátě v průměru může u pojišťovny dojít na určité hladině významnosti, naopak VaR říká, k jaké nejvyšší ztrátě může dojít na určité hladině významnosti.

CVaR přejala všechna pozitiva metody VaR. Další výhodou metody CVaR je, že je vypočítána jako průměr ztrát vyšších než je hodnota VaR, je tedy citlivá na velikost ztrát, které VaR převyšují. Proto je mnohem vhodnější při výpočtu kapitálového požadavku pojišťovny, protože se zde mohou objevit nepředvídaná extrémní rizika s velkou expozicí. Je proto možné, že v budoucnu bude pro výpočet kapitálového požadavku upřednostněno CVaR před VaR.

3.5 Metodologie predikce

Brownův pohyb je název pro nepravidelný pohyb částic pylu ve vodě. Je to způsobeno kmitáním molekul vody a jejich narážením do pylu výsledkem difuze nebo disperze. Tento pohyb byl pak aplikován na modelování cen akcií.

Protože se kurzy akcií chovají podle geometrického Brownova pohybu, jak bylo zmíněno výše, pro predikci bude použit právě tento proces. Geometrický Brownův pohyb pracuje s logaritmicko-normálním rozdělením, kdy je pravděpodobnostní rozdělení nesymetrické a je tedy vždy kladné, což odstraňuje problém aritmetického Brownova pohybu, který má normální rozdělení a umožňuje tak dosahovat záporných hodnot finančních veličin, což není reálné. Existují dvě verze geometrického Brownova pohybu, kterými jsou diskrétní a spojitá verze. Diskrétní vyjádření je následovné

$$dx = \mu \cdot x \cdot dt + \sigma \cdot x \cdot dz, \quad (3.44)$$

kde dz je náhodná proměnná z normálního rozdělení, kde je střední hodnota rovna nule a odchylka je dt . Proměnná řídí náhodné cenové šoky a nezávisí na minulých informacích. Odchylka se snižuje postupně s časovým intervalem. Pro zjednodušení se předpokládá, že parametry μ a σ jsou konstantní v čase.

Aby bylo zřejmé, jak jednotlivé parametry interpretovat, lze rovnici zapsat jako diferenciální, kde μ vyjadřuje průměrný výnos v nějakém období, které bývá většinou jeden rok, σ vyjadřuje směrodatnou odchylku za stejné období, x je cena aktiva

$$\frac{dx}{x} = \mu \cdot dt + \sigma \cdot dz . \quad (3.45)$$

Střední hodnota a rozptyl přírůstku je pak určena jako

$$E(dx) = \mu \cdot dt , \quad (3.46)$$

$$\text{var}(dx) = \sigma^2 \cdot dt \quad (3.47)$$

a střední hodnota a rozptyl ceny akcie je vyjádřena takto

$$E(x_T) = x_0 + x_0 \cdot \mu \cdot T , \quad (3.48)$$

$$\text{var}(x_T) = x_0^2 \cdot \sigma^2 \cdot T . \quad (3.49)$$

Pomcí Itôovy lemmy pro funkci $G = \ln x$ lze uvést, pokud se vychází ze vzorce (3.44), že

$$dG = d \ln x = \alpha \cdot dt + \sigma \cdot dz . \quad (3.50)$$

Itôova lemma je analogií Taylorova rozvoje, který je určen pro nestochastické funkce. Naopak Itôova lemma zahrnuje proměnné, jimiž jsou stochastické procesy a čas, tedy $G = f(x; t)$. Její formulace je následovná

$$dG = \left[\left(\frac{\partial G}{\partial x} \cdot a(\cdot) \right) + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} \cdot b^2(\cdot) \right] \cdot dt + \frac{\partial G}{\partial x} \cdot b(\cdot) \cdot dz , \quad (3.51)$$

kde výraz v hranaté závorce obsahuje přírůstek Itôova procesu, výraz $\left(\frac{\partial G}{\partial x} \right)^2 \cdot b(\cdot)$ je rozptyl.

Rovnice (3.50) vyjadřuje spojitou verzi geometrického Brownova pohybu, která se používá pro vývoj akcií a měn a pro oceňování opcí. Tento proces je modelován s logaritmickými cenami, za x se tedy dosadí tržní cena akcie S . Pomocí dalších úprav je odvozen vzorec pro výpočet budoucí ceny aktiva

$$S_T = S_0 \cdot \exp(\alpha \cdot \Delta t + \sigma \cdot \tilde{z}) , \quad (3.52)$$

kde S_t je cena akcie v období t , S_0 je základní cena akcie, α je očekávaný výnos akcie, Δt je časový úsek, \tilde{z} je náhodná složka, která je zjištěna jako $\tilde{z} = \tilde{\varepsilon} \cdot \sqrt{\Delta t}$, kde $\tilde{\varepsilon}$ je náhodná veličina z normálního normovaného rozdělení $N(0; 1)$. Z rovnice lze vyčíst, že $\alpha \cdot \Delta t$ je deterministická část změny ceny akcie a složka $\sigma \cdot \tilde{z}$ je náhodnou reziduální odchylkou výnosu za určený časový úsek.

Výnos je zde definován spojitě a $\alpha = \mu - \frac{\sigma^2}{2}$, $\mu = \ln \frac{S_T}{S_0}$. Po úpravách rovnice (3.52)

je získán vztah

$$S_t = S_0 \cdot \exp \left[\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) \cdot \Delta t + \sigma \cdot \tilde{\varepsilon} \cdot \sqrt{\Delta t} \right]. \quad (3.54)$$

Střední hodnota výnosu, tedy očekávaná cena, a rozptyl je zjištěn pomocí následujících vzorců

$$E(S_T) = S_0 \cdot \exp(\mu \cdot T), \quad (3.55)$$

$$\text{var}(S_T) = S_0^2 \cdot \exp(2 \cdot \alpha \cdot T) \cdot [\exp(\sigma^2 \cdot T) - 1]. \quad (3.56)$$

4 Stanovení a predikce solventnosti pojistitele

V této kapitole je stanoven solventnostní kapitálový požadavek pojišťovny na hladině spolehlivosti 99,5 % a minimální kapitálový požadavek na hladině spolehlivosti 85 % za pět let pomocí metody Value at Risk a Conditional Value at Risk. Následně jsou pomocí geometrického Brownova pohybu nasimulovány scénáře vývoje solventnostního kapitálového požadavku na další rok.

4.1 Výpočet základních údajů

Výpočet solventnostního kapitálového požadavku je proveden pro neživotní pojišťovnu, která investuje vybrané prostředky z pojistného do akcií. Pojišťovna si pro finanční umístění zvolila investice do akciových titulů z několika zemí. V Tab. 4.1 jsou uvedeny informace o jednotlivých akciových titulech za každý rok.

Tab. 4.1 Ceny jednotlivých akcií k danému datu a v dané měně

	Měna	Cena k 31. 12.				
		2010	2011	2012	2013	2014
CETV	Kč	384,70	130,50	108,00	72,40	68,00
Pražská energetika, a. s.	Kč	7 700,00	8 000,00	8 440,00	8 000,00	8 100,00
Volkswagen AG	Kč	2 727,00	2 691,90	4 060,00	5 411,60	5 010,00
Unipetrol, a. s.	Kč	195,00	170,00	174,00	167,90	130,10
Manpower Inc.	EUR	47,64	27,54	73,09	62,80	56,95
Adobe Systém Inc.	USD	40,41	28,27	37,68	59,88	72,70
Credit Suisse Group	USD	30,78	23,48	24,56	31,04	25,08
Lexmark International Inc.	USD	34,82	33,32	23,19	35,52	41,27
Whirlpool Corporation	USD	88,83	47,45	101,75	156,86	193,74

Portfolio pojišťovny je složeno z devíti akciových titulů kótovaných na několika burzách. Akcie společností CETV, Pražská energetika, a. s., Volkswagen AG a Unipetrol, a. s. jsou obchodovány na RM-SYSTÉMU, a. s. a denominovány v českých korunách. Akcie společnosti Manpower Inc. jsou obchodovány na německé burze ve Frankfurtu a jsou denominovány v eurech a akcie společností Adobe Systém Inc., Credit Suisse Group,

Lexmark International Inc. a Whirlpool Corporation jsou denominovány v amerických dolarech a kótovány na Newyorské burze cenných papírů.

V Tab. 4.2 je zobrazeno množství peněz v jednotlivých akciových titulech v korunách a předpokladem pro zjištění hodnoty celého portfolia je neměnné množství kusů akcií v každém roce.

Tab. 4.2 Hodnota akcií a portfolia k určitému datu

	Ks	Hodnota akcií (Kč)				
		2010	2011	2012	2013	2014
CETV	10 200	3 923 940	1 331 100	1 101 600	738 480	693 600
Pražská energetika, a.s.	31 700	244 090 000	253 600 000	267 548 000	253 600 000	256 770 000
Volkswagen AG	15 130	41 259 510	40 728 447	61 427 800	81 877 508	75 801 300
Unipetrol, a.s.	54 500	10 627 500	9 265 000	9 483 000	9 150 550	7 090 450
Manpower Inc.	24 000	28 650 196	17 049 672	44 098 979	41 332 327	37 897 192
Adobe Systems Inc.	21 600	12 466 565	12 179 666	15 508 636	25 730 629	35 856 687
Credit Suisse Group	9 700	7 349 961	4 542 821	4 539 511	5 989 845	5 554 964
Lexmark International Inc.	22 100	14 429 307	14 687 676	9 765 668	15 616 631	20 826 138
Whirlpool Corp.	37 000	61 629 099	35 018 195	71 737 311	115 461 195	163 682 789
Hodnota portfolia		424 426 078	388 402 577	485 210 505	549 497 165	604 173 119

Pro zjištění hodnoty Value at Risk a následného kapitálového požadavku pojišťovny je nejprve nutné vyčíslit jednotlivé výnosy akcií a jejich riziko. Ceny akcií jsou zjištěny na denní bázi, stejně jako kurzy měn vyhlášené Českou národní bankou, kterými jsou ceny akcií poté přepočítány. Podle vzorce (3.19) jsou z cen zjištěny denní výnosy spojitě. Z jednotlivých denních výnosů je pak stanoven očekávaný výnos dané akcie podle vzorce (3.20) stále na denní bázi. Riziko dané akcie je zjištěno také na denní bázi podle vzorců (3.21) a (3.22). Protože je však kapitálový požadavek stanovován ročně, jsou denní očekávané výnosy a směrodatné odchylky aktiv přepočítány na roční a to tak, že očekávaný výnos je vynásoben 250 a směrodatná odchylka, vyjadřující riziko, odmocninou z 250. Hodnota 250 charakterizuje počet dní v roce, ve kterých se obchoduje. V Tab. 4.3 jsou zobrazeny očekávané výnosy jednotlivých akcií a očekávaný výnos celého portfolia podle vzorce (3.23) a v Tab. 4.4 riziko akcií a celého portfolia podle vzorce (3.26) za všechny sledované roky.

Tab. 4.3 Výnosy akcií a celého portfolia v jednotlivých letech

	<i>E (R)</i>				
	2010	2011	2012	2013	2014
<i>CETV</i>	-14,34 %	-108,11 %	-18,92 %	-39,90 %	-6,27 %
<i>Pražská energetika, a.s.</i>	9,53 %	3,82 %	5,35 %	-5,35 %	1,24 %
<i>Volkswagen AG</i>	27,27 %	-1,30 %	41,09 %	27,76 %	-7,71 %
<i>Unipetrol, a.s.</i>	31,93 %	-13,72 %	2,33 %	-1,36 %	-25,51 %
<i>Manpower Inc.</i>	15,32 %	-51,90 %	32,33 %	-6,48 %	-8,68 %
<i>Adobe Systems Inc.</i>	-15,75 %	-2,33 %	24,16 %	50,80 %	33,18 %
<i>Credit Suisse Group</i>	-17,54 %	-48,11 %	-0,07 %	27,89 %	-7,54 %
<i>Lexmark International Inc.</i>	31,35 %	1,77 %	-40,06 %	47,11 %	28,79 %
<i>Whirlpool Corp.</i>	11,71 %	-56,53 %	71,71 %	47,76 %	34,90 %
<i>Výnos portfolia</i>	11,83 %	-6,28 %	21,66 %	15,16 %	11,06 %

Tab. 4.4 Riziko akcií a celého portfolia v jednotlivých letech

	<i>σ (R)</i>				
	2010	2011	2012	2013	2014
<i>CETV</i>	44,79 %	53,40 %	46,69 %	86,28 %	61,16 %
<i>Pražská energetika, a.s.</i>	23,25 %	24,34 %	33,46 %	16,59 %	40,55 %
<i>Volkswagen AG</i>	32,67 %	35,09 %	26,29 %	24,38 %	20,08 %
<i>Unipetrol, a.s.</i>	28,20 %	18,10 %	13,88 %	11,12 %	23,78 %
<i>Manpower Inc.</i>	34,80 %	38,47 %	29,79 %	40,81 %	26,74 %
<i>Adobe Systems Inc.</i>	39,15 %	34,68 %	24,32 %	26,75 %	26,15 %
<i>Credit Suisse Group</i>	34,91 %	45,59 %	34,49 %	27,55 %	21,30 %
<i>Lexmark International Inc.</i>	42,28 %	42,29 %	39,76 %	35,32 %	30,02 %
<i>Whirlpool Corp.</i>	39,35 %	39,64 %	36,14 %	33,17 %	26,63 %
<i>Riziko portfolia</i>	16,37 %	18,01 %	20,45 %	12,97 %	19,64 %

V dalším postupu je sestavena kovarianční matice podle vzorce (3.27). Pomocí této matice je následně možné vypočíst matici P podle Choleskeho algoritmu podle vzorců (3.39) až (3.41). Za předpokladu, že akcie mají normální rozdělení, je vygenerováno 10 000 scénářů pro každou akcii pomocí Generátoru pseudonáhodných čísel, tím jsou zjištěny náhodné veličiny $\tilde{\epsilon}$ z normovaného normálního rozdělení $N(0; 1)$. Podle vzorce (3.38) jsou stanoveny náhodné veličiny včetně kovariance $\tilde{\epsilon}$ tak, že je použita funkce SOUČIN.MATIC v MS Excel. Dalším krokem je výpočet simulovaných cen jednotlivých akcií podle vzorce (3.53), kde za dt je dosazena hodnota jedna, protože se kapitálový požadavek počítá za jeden rok. Dále se vypočítá zisk v jednotlivých scénářích jako

$$zisk = \left(\sum_i S_i \cdot x_i \right) - H, \quad (4.1)$$

kde S_i je simulovaná cena akcie, x_i je podíl hodnoty držených akcií jedné společnosti na hodnotě portfolia, H je hodnota portfolia. Výsledkem je pak 10 000 možných podob zisku z drženého portfolia, který je seřazen od nejnižší hodnoty po nejvyšší. Hodnota VaR na dané hladině spolehlivosti je pak stanovena jako záporná hodnota zjištěná podle

$$n = \alpha \cdot N, \quad (4.2)$$

kde n je uspořádané číslo příslušného pokusu, α je hladina významnosti, N je celkový počet pokusů. Posledním krokem je zjištění ekonomického kapitálu

$$EK_\alpha = VaR_\alpha \cdot E(Z), \quad (4.3)$$

kde $E(Z)$ je střední hodnota, která byla stanovena pomocí funkce PRŮMĚR z hodnot zisku.

4.2 Stanovení solventnosti pomocí VaR

Hodnota VaR je stanovena na hladině významnosti 0,5 % a 15 %, což podle vzorce (4.2) odpovídá opačné hodnotě zisku na 50. a 1 500. místě. Z Tab. 4.5 lze pozorovat, že s nižší hladinou významnosti roste velikost možné ztráty pojišťovny, tedy hodnota VaR je vyšší. Pomocí VaR je popsáno, kolik může investor ztratit z drženého portfolia na dané hladině významnosti. Např. VaR ve výši 114 933 548 Kč v roce 2010 vyjadřuje, že s pravděpodobností 0,5 % ztratí investor více než 114 933 548 Kč. Je vidět, že v letech 2012 a 2013 je hodnota VaR na hladině významnosti 15 % záporná. Např. hodnotu VaR -17 533 931 Kč v roce 2012 lze interpretovat tak, že investor z drženého portfolia nepřijde o vložené prostředky a navíc s pravděpodobností 15 % vydělá méně než 17 533 931 Kč.

Tab. 4.5 Value at Risk a ekonomický kapitál na dané hladině spolehlivosti (v Kč)

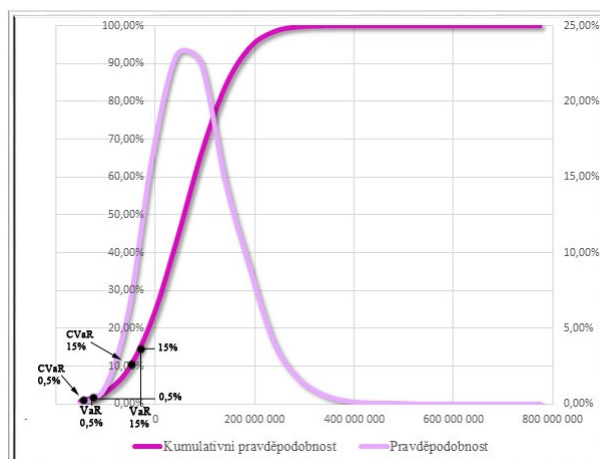
	2010	2011	2012	2013	2014
Střední hodnota	57 429 563	-17 063 189	140 072 835	108 958 078	81 592 150
VaR 15%	27 741 760	87 182 807	-17 533 931	-13 301 812	50 000 805
VaR 0,5%	114 933 548	162 759 202	111 963 128	90 795 516	179 564 614
Ekonomický kapitál (15 %)	-29 687 803	104 245 996	-157 606 765	-122 259 890	-31 591 344
Ekonomický kapitál (0,5 %)	57 503 985	179 822 391	-28 109 707	-18 162 562	97 972 465

Při nižších hladinách významnosti se pak hodnota VaR překlápí opět do kategorie ztráty, tzn. že s pravděpodobností 0,5 % může investor ztratit více než je 111 963 128 Kč, což je 23 % hodnoty portfolia, investor tedy může přijít o téměř čtvrtinu hodnoty portfolia pouze ale s minimální pravděpodobností. Portfolio je tedy sestaveno tak dobře, že investor na něm bude v tomto roce převážně vydělávat. Dokazuje to i očekávaný roční výnos, který v roce 2012 činí 21,66 %, i přes to, že riziko portfolia je 20,45 %, tedy nejvyšší ze všech sledovaných let.

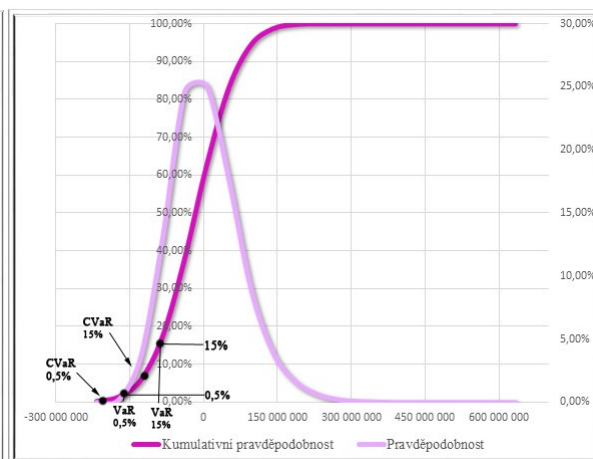
S nižší hladinou významnosti roste také požadavek na hodnotu drženého kapitálu. Zápornou hodnotou ekonomického kapitálu na hladině významnosti 15 % ve všech sledovaných letech, kromě roku 2011, a na hladině významnosti 0,5 % v letech 2012 a 2013 je charakterizováno, že výnos portfolia je natolik dostatečný, že investor nemusí držet žádný kapitál jako rezervu. Naopak v roce 2011 dosahuje očekávaný výnos hodnoty -6,28 % a riziko portfolia je 18,01 %, což je poměrně vysoké procento, proto je výše ekonomického kapitálu kladná, což znamená, že by investor měl držet alespoň takovéto množství kapitálu, aby pokryl veškeré své závazky.

Obr. 4.1 až 4.5 znázorňují pravděpodobnostní a distribuční funkci normálního rozdělení zisku při výpočtu VaR a znázorněné hodnoty VaR a CVaR na křivce distribuční funkce.

Obr. 4.1 VaR a CVaR v roce 2010



Obr. 4.2 VaR a CVaR v roce 2011

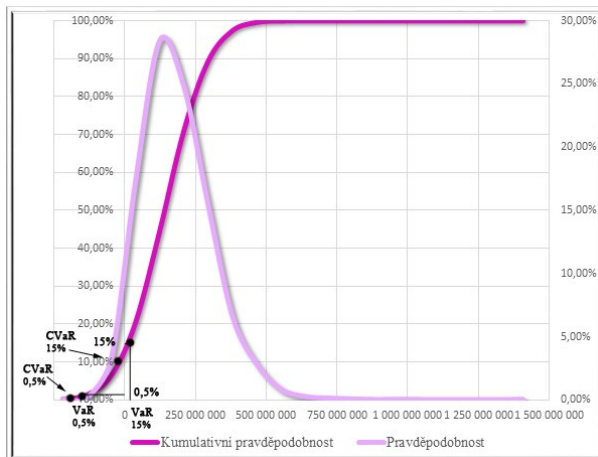


Zisk v každém sledovaném roce se seřadí do několika tříd tak, že se zjistí minimum a maximum zisku a ekvidistantní interval jako

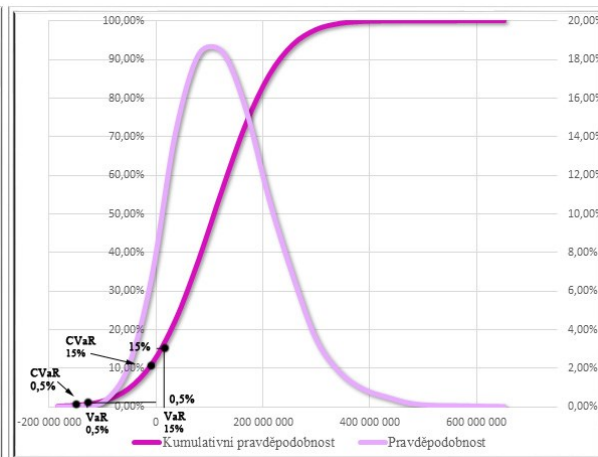
$$EI = \frac{\max - \min}{\text{počet tříd}}. \quad (4.4)$$

V jednotlivých třídách se vypočtou frekvence pomocí funkce ČETNOSTI a jejich pravděpodobnost, vyjadřující pravděpodobnostní funkci, a kumulativní pravděpodobnost, vyjadřující distribuční funkci, výskytu ve třídách.

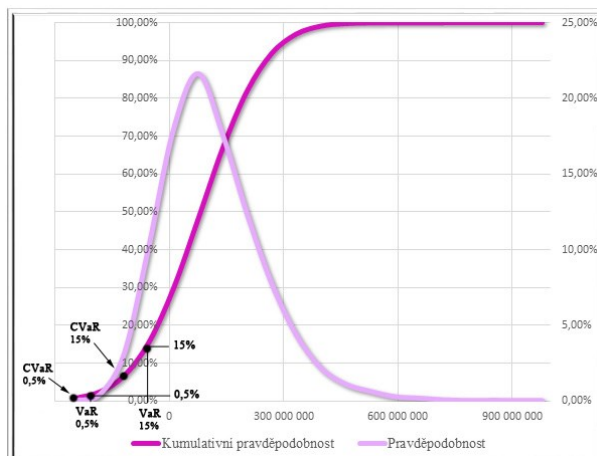
Obr. 4.3 VaR a CVaR v roce 2012



Obr. 4.4 VaR a CVaR v roce 2013



Obr. 4.5 VaR a CVaR v roce 2014



V Příloze 4 jsou pak zobrazeny grafy četností zisku rozdělených do několika tříd. Dále je vyobrazena také Gaussova křivka normálního rozdělení a je vidět, že všechny grafy jsou sešikmené na levou stranu a mírně špičatější, než křivka normálního rozdělení. Vývoj cen akcií má tedy spíše tendenci k logaritmicke-normálnímu rozdělení.

Solventnostní a minimální kapitálový požadavek je právě velikost ekonomického kapitálu na určité hladině významnosti. Jak bylo uvedeno výše, oba tyto požadavky jsou stanoveny směrnicí 2009/138/ES, kde je také uvedeno, jakou výši prostředků musí pojišťovna držet, aby splnila minimální hranici pro minimální kapitálový požadavek. Kapitálové požadavky pro jednotlivé roky jsou tedy uvedeny v Tab. 4.6.

Tab. 4.6 Solventnostní a minimální kapitálový požadavek (v Kč)

	2010	2011	2012	2013	2014
Minimální kapitálový požadavek (MCR)	55 132 000	104 245 996	55 308 000	60 335 000	60 995 000
Solventnostní kapitálový požadavek (SCR)	122 515 556	179 822 391	122 906 667	134 077 778	135 544 444
Podíl MCR na SCR	45 %	58 %	45 %	45 %	45 %

Protože se podle předpokladu jedná o neživotní pojišťovnu provozující odvětví jiné než 10 až 15 v Příloze 3, bude její nejnižší hodnota minimálního kapitálového požadavku ekvivalent v korunách 2 200 000 EUR, přepočítaný podle posledního známého kurzu za daný rok. V roce 2011 je tento požadavek splněn, nicméně v ostatních letech vyšel ekonomický kapitál na hladině významnosti 15 % záporný, což znamená, že by pojišťovna žádný kapitál držet nemusela, protože výnos z drženého portfolia je natolik vysoký, že by zajistil dostatečné prostředky na úhrady závazků. Regulatorní orgány nicméně stanovily, že MCR musí být alespoň ve výši 2 200 000 EUR, tudíž v letech 2010, 2012 až 2014 bude pojišťovna držet tento minimální kapitálový požadavek přepočítaný v korunách. Co se týče solventnostního kapitálového požadavku, regulatorní orgány žádnou výši nestanovují, ve Směrnici je pouze řečeno, jaký podíl solventnostního kapitálového požadavku musí zaujímat MCR, tedy 25 % až 45 %. Vzhledem k výši MCR a vysokého očekávaného výnosu portfolia, byl solventnostní kapitálový požadavek stanoven tak, aby minimální zaujímal 45 %. Dále je vidět, že v roce 2011 je podíl MCR na SCR 58 %, což je nad danou úroveň, tzn., není nutné, aby pojišťovna disponovala tak vysokým minimálním kapitálovým požadavkem ve výši 104 245 996 Kč.

4.3 Stanovení solventnosti pomocí CVaR

Při stanovení Conditional Value at Risk se vychází z hodnot zisku zjištěných v kapitole 4.1, jenž je seřazen dle velikosti od nejmenšího. CVaR je průměr ztrát vyšších než je VaR, což znamená, že pro výpočet byla použita funkce PRŮMĚR ze zisku nižšího, než je opačná hodnota VaR. Ekonomický kapitál je zjištěn obdobně podle vzorce (4.3). Např. hodnota 128 250 163 Kč vyjadřuje, jaká je průměrná ztráta v roce 2010 s pravděpodobností 0,5 %.

Tab. 4.7 CVaR a ekonomický kapitál na dané hladině spolehlivosti (v Kč)

	2010	2011	2012	2013	2014
Střední hodnota	57 429 563	-17 063 189	140 072 835	108 958 078	81 592 150
CVaR 15%	58 810 423	114 535 246	26 158 444	22 298 972	96 123 550
CVaR 0,5%	128 250 163	175 911 125	135 098 749	108 508 178	197 046 253
Ekonomický kapitál 15%	1 380 860	131 598 434	-113 914 391	-86 659 107	14 531 400
Ekonomický kapitál 0,5%	70 820 599	192 974 313	-4 974 086	-449 900	115 454 103

V Tab. 4.7 je vidět, že výsledky CVaR a ekonomického kapitálu jsou vyšší, než v případě VaR, nicméně interpretace je stejná. Solventnostní a minimální kapitálový požadavek je pak uveden v Tab. 4.8.

Tab. 4.8 Solventnostní a minimální kapitálový požadavek

	2010	2011	2012	2013	2014
Minimální kapitálový požadavek (MCR)	55 132 000	131 598 434	55 308 000	60 335 000	60 995 000
Solventnostní kapitálový požadavek (SCR)	122 515 556	192 974 313	122 906 667	134 077 778	135 544 444
Podíl MCR na SCR	45 %	68,2 %	45 %	45 %	45 %

V případě metody CVaR vyšel ekonomický kapitál v letech 2012 a 2013 záporný, v ostatních letech kladný, nicméně v letech 2010 a 2014 nestačí velikost MCR na regulátorem stanovenou hranici 2 200 000 EUR, proto se opět použije tento požadavek přepočtený na koruny. Z něj je dopočten solventnostní tak, aby minimální opět zaujímal 45 %. V roce 2011 je podíl MCR na SCR 68,2 %, tedy vysoko nad hranicí, proto není nutné, stejně jako u metody VaR, aby pojišťovna tak vysoký minimální kapitálový požadavek držela.

4.4 Stanovení solventnosti pro další období

U neživotní pojišťovny je dáno, že musí držet minimální množství kapitálu ve výši alespoň 2 200 000 EUR v jednom roce. Nicméně je možné predikovat solventnostní kapitálový požadavek z jeho předchozích zjištěných hodnot na další rok, aby mohla být pojišťovna připravena. Aby věděla, kolik asi bude muset držet kapitálu a kolik jej bude moci investovat na finančních trzích.

Jak bylo uvedeno výše, akcie se převážně chovají podle geometrického Brownova pohybu, proto bude pro predikci solventnosti použit tento proces, přesněji jeho spojitá verze s logaritmickými cenami.

V prvním kroku je tedy nutné vypočíst z hodnot solventnosti její přirozený logaritmus a následně jejich spojitou změnu podle vzorce (3.19). Ve vzorci spojitého geometrického Brownova pohybu se vyskytuje střední hodnota a směrodatná odchylka, které se stanoví z vypočtených spojitých změn pomocí funkce PRŮMĚR a SMODCH. Solventnostní kapitálový požadavek však není určen jednou hodnotou, ale intervalem, proto bylo vygenerováno 1 000 náhodných veličin z normálního rozdělení opět pomocí Generátoru pseudonáhodných čísel tak, aby kapitálový požadavek bylo možné určit s 95 % pravděpodobností. Nakonec lze aplikovat vzorec pro zjištění ceny aktiva (3.53). Vychází se z posledního známého solventnostního kapitálového požadavku v roce 2014 a kapitálový požadavek je predikován pouze na jeden následující rok.

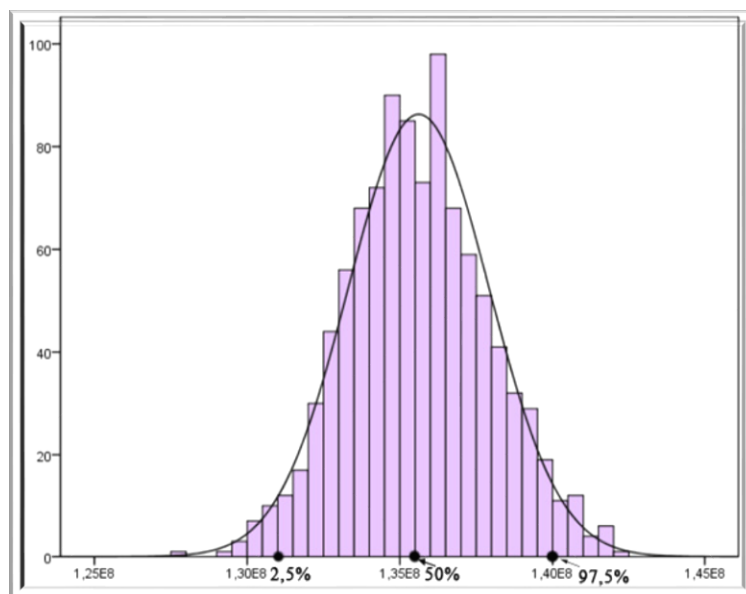
Podle metodiky v kapitole 3.4 je CVaR pro vyjádření rizika a mnohem vhodnější, proto jsou pro predikování zvoleny hodnoty solventnostního kapitálového požadavku zjištěné touto metodou. Z výsledných scénářů pak byl zjištěn 95 % percentil hodnot a v Tab. 4.9 je stanoveno, s jakou výší SCR pro rok 2015 může pojišťovna počítat.

Tab. 4.9 Rozpětí solventnostního kapitálového požadavku pro rok 2015 (v Kč)

<i>Percentil</i>	<i>2015</i>
2,5 %	131 124 612
50 %	135 544 958
97,5 %	140 386 828

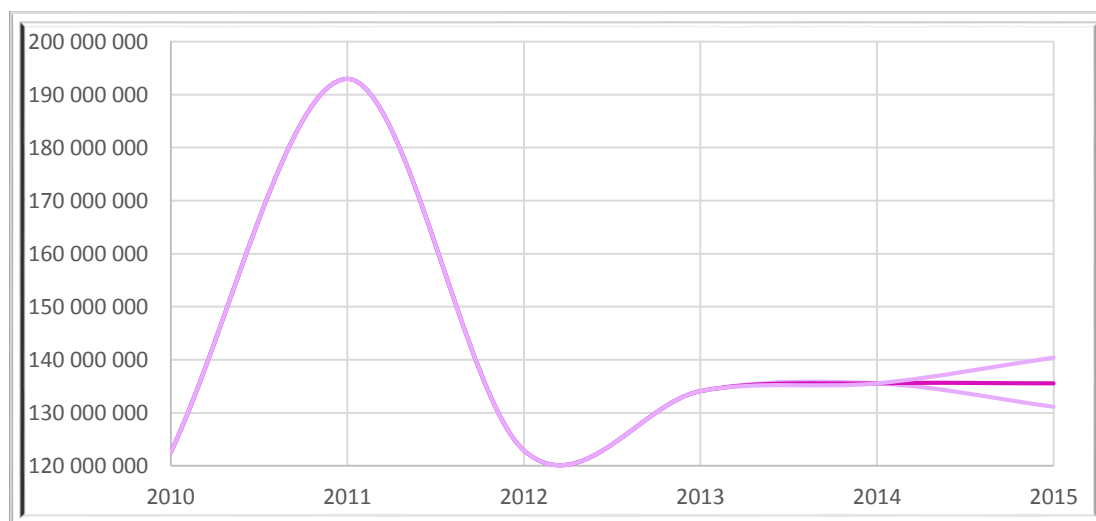
Následující Obr. 4.6 pak podrobně znázorňuje rozdělení všech 1 000 scénářů a jejich četnosti v jednotlivých třídách. Za hranicí 2,5 % a 97,5 % jsou znázorněny scénáře, které jsou velmi málo pravděpodobné, tedy mohou se vyskytnout pouze s 5 % pravděpodobností. Nejpravděpodobnější hodnota solventnostního kapitálového požadavku je 135 544 958 Kč, což je medián hodnot, tedy 50 % kvantil. V Obr. 4.6 je také znázorněna Gaussova křivka normálního rozdělení a je zřejmé, že rozdělení četností scénářů kopíruje tuto křivku pouze s minimálními odchylkami právě v okolí mediánu. Je proto možné říci, že předpoklad normálního rozdělení při modelování SCR byl správný.

Obr. 4.6 Rozdělení četností scénářů



Pro lepší znázornění je tento výsledek uveden také v Obr. 4.7, kde je vidět dosavadní vývoj solventnostního kapitálového požadavku a rozpětí, v němž se bude SCR v roce 2015 pohybovat.

Obr. 4.7 Vývoj solventnostního kapitálového požadavku



Minimální kapitálový požadavek predikován není, protože jeho minimální hranice je ekvivalent 2 200 000 EUR v korunách, což tedy znamená, že záleží pouze na vývoji kurzu koruny vůči euru. Výše solventnostního kapitálového požadavku však záleží nejen na vývoj měnového kurzu, ale také na vývoji finančních trhů.

5 Závěr

Změny v legislativě českých pojišťoven byly rozsáhlé převážně při vstupu České republiky do Evropské unie. Legislativa se začala harmonizovat tak, aby v celé Unii byly jednotné přístupy k udělování licencí pro pojišťovací činnost a aby výpočet kapitálového požadavku byl srovnatelný. Český pojistný trh se tak stal součástí jednotného pojistného trhu Evropské unie. Nicméně tato legislativa neodrážela dostatečně při výpočtu kapitálového požadavku všechna rizika a tím bylo riziko pojišťoven podhodnocováno. Proto byla vydána směrnice, která zavádí nový koncept Solvency II. Tento koncept již bere v úvahu při výpočtu kapitálového požadavku všechna rizika, kterým jsou pojišťovny vystaveny v rámci své činnosti.

Aby mohly pojišťovny správně odhadovat riziko, musí mít kvalitní risk management, jehož hlavním úkolem je právě modelování rizika. Pro měření rizika se používá metoda Value at Risk, nicméně tato metoda není úplně nejvhodnější, protože má řadu nevýhod. Pro lepší identifikaci míry rizika je proto lepší použít Conditional Value at Risk.

Cílem diplomové práce bylo zjistit solventnostní kapitálový požadavek pojišťovny, investující do několika akciových titulů, za období od roku 2010 do roku 2014 a následně predikovat tento solventnostní požadavek na rok 2015.

Práce byla rozdělena do pěti kapitol, z nichž první byla věnována úvodu a poslední závěru. Druhá kapitola byla věnována legislativnímu rámci solventnosti. Nejdříve bylo popsáno, jak se stanoví solventnost v rámci České republiky za dosavadních podmínek, tedy výpočet solventnosti pro životní a neživotní pojišťovnu a rovněž určení výše garančního fondu dle zákona o pojišťovnictví a konkrétní vyhlášky. Také byla uvedena opatření, která může nařídít Česká národní banka, jestliže pojišťovna neplní náležitosti tak, jak má, do čehož spadá také dodržování dostatečné míry solventnosti. Dále pak bylo uvedeno, jak lze vypočíst solventnost na základě konceptu Solvency II, jaká rizika se musí do výpočtu zahrnout a na jakých pilířích Solvency II stojí.

Třetí kapitola byla věnována metodice Value at Risk a Conditional Value at Risk a náhodným procesům, které sloužily k odhadnutí solventnostního kapitálového požadavku na další rok. Pro výpočet VaR byla zvolena metoda simulace Monte Carlo a pro predikci byl použit geometrický Brownův pohyb. Tyto metody pak byly popsány podrobněji.

Náplní čtvrté kapitoly byly výpočty solventnostního a minimálního kapitálového požadavku. Solventnost se podle Směrnice stanovovala na hladině významnosti 99,5 % a 85 %. Ze zjištěných hodnot byl pak vypočítán ekonomický kapitál, který odpovídá solventnostnímu a minimálnímu kapitálovému požadavku na dané hladině významnosti. Dále pak byl zjištěn solventnostní kapitálový požadavek na rok 2015 pomocí geometrického Brownova pohybu. Tento požadavek byl stanoven jako interval, ve kterém se SCR bude pohybovat na hladině spolehlivosti 95 %.

Bylo zjištěno, že pojišťovna portfolio ze zvolených akcií různých společností sestavila velmi dobře, protože očekávaný výnos tohoto portfolio byl, až na rok 2011, ve všech sledovaných letech vysoký. Vysoký výnos zajišťuje dostatečné prostředky plynoucí z portfolio, které pojišťovna může použít na úhradu závazků, vyplývajících z uzavřených pojistných smluv. Nicméně i tak musí držet určité množství prostředků, jež jsou nařizeny regulačními orgány, a jejich nedodržení by znamenalo zavést nápravná opatření. Tyto pojišťovnou držené prostředky slouží na úhradu obrovských ztrát nebo při velké expozici pojistných událostí, které mohou vzniknout neočekávaně.

Hodnoty zjištěné metodou CVaR jsou vyšší a pro pojišťovnu znamenají držet více nevýnosných prostředků, které by jinak mohla investovat. Kvůli nestálosti finančních trhů nebo např. špatnému předvídání škodovosti pojistných událostí je však takto metoda vhodnější, protože zachycuje vyšší ztráty, k nimž může dojít s velmi malou pravděpodobností.

I přes to, že má pojišťovna vhodně sestavené portfolio, obsahující kvalitní akcie, jež nesou vysoký výnos, který podle metody Value at Risk, případně Conditional Value at Risk, umožňuje nedisponovat žádným kapitálem navíc, musí se řídit platnou legislativou, kde je nařízeno držet alespoň minimální kapitálový požadavek.

Seznam použité literatury

- [1] BÖHM, Arnošt a Karina MUŽÁKOVÁ. *Pojišťovnictví a regulace finančních trhů*. 1. vyd. Praha: Professional publishing, 2010. 184 s. ISBN 978-80-7431-035-5.
- [2] BÖHM, Arnošt. *Ekonomika a řízení pojišťoven: v podmínkách po vstupu České republiky do Evropské unie (vybrané aspekty)*. 1. vyd. Praha: ASPI, 2004. 259 s. ISBN 80-7357-020-3.
- [3] BOOTH, P., R. CHADBURN, S. HABERMAN, D. JAMES, Z. KHORASANEE, R. H. PLUMB and B. RICKAYZEN. *Modern Actuarial Theory and Practice*. 2nd ed. Boca Raton, FL: Chapman, 2005. 799 p. ISBN 15-848-8368-5.
- [4] CIPRA, Tomáš. *Kapitálová přiměřenost ve financích a solventnost v pojišťovnictví*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2002. 271 s. ISBN 80-861-1954-8.
- [5] CIPRA, Tomáš. *Pojistná matematika: teorie a praxe*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Ekopress, 2006. 411 s. ISBN 80-869-2911-6.
- [6] DAŇHEL, Jaroslav. *Pojistná teorie*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2005. 332 s. ISBN 80-86419-84-3.
- [7] DUCHÁČKOVÁ, Eva. *Principy pojištění a pojišťovnictví*. 3. přeprac. vyd. Praha: Ekopress, 2009. 224 s. ISBN 978-80-86929-51-4.
- [8] JORION, Philippe. *Value at risk: the new benchmark for managing financial risk*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill. c2007, xvii. 602 p. ISBN 978-0-07-146495-6.
- [9] MUŽÁKOVÁ, Karina. *Metody a nástroje zjišťování finančního zdraví institucí českého finančního trhu v kontextu s integračními procesy EU*. Liberec, 2011. Disertační práce. Technická univerzita v Liberci, Ekonomická fakulta, Katedra pojišťovnictví.
- [10] ZMEŠKAL, Z., D. DLUHOŠOVÁ a T. TICHÝ. *Finanční modely: koncepty, metody, aplikace*. 3. přeprac. a rozš. vyd. Praha: Ekopress, 2013. 267 s. ISBN 978-80-86929-91-0.

Legislativa

- [1] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/138/ES ze dne 25. listopadu 2009 o přístupu k pojišťovací a zajišťovací činnosti a jejím výkonu (Solventnost II). In: *Úřední věstník Evropské unie L 335*. 2009. Dostupná také z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:335:0001:0155:CS:PDF>

- [2] Vyhláška MF č. 434 ze dne 24. 11. 2009, kterou se provádějí některá ustanovení zákona o pojišťovnictví. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2009, částka 138, s. 7067. Dostupná také z: http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=434/2009%20&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy. ISSN 1211-1244.
- [3] Zákon č. 277 ze dne 22. 7. 2009 o pojišťovnictví. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2009, částka 85, s. 3918. Dostupný také z: www.cnb.cz/miranda2/export/sites/www.../zakon_277_2009.pdf. ISSN 1211-1244.

Internetové zdroje

- [1] BOROVCOVÁ, Martina. *Měření solventnosti pojistitele založené na metodě míry solventnosti* [online]. Finanční řízení podniků a institucí. Ekonomická fakulta VŠB-TU Ostrava, 2005 [cit. 2015-01-10], s. 32-38. ISBN 80-248-0938-9. Dostupné z: <http://www.ekf.vsb.cz/export/sites/ekf/rmfr/.content/galerie-dokumentu/2006/prispevky/Martina.Borovcova.pdf>.
- [2] *Börse Frankfurt: Frankfurt Stock Exchange* [online]. [cit. 2015-03-25]. Dostupné z: <http://www.boerse-frankfurt.de/en/equities/manpower+inc+US56418H1005/price+turnover+history/historical+data#page=2>
- [3] *New York Stock Exchange*. [online]. [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: https://www.nyse.com/listings_directory/stock
- [4] *RM-Systém: Česká burza cenných papírů, a.s.* [online]. 2008 [cit. 2015-04-4]. Dostupné z: <http://www.rmsystem.cz/>
- [5] *Řízení rizik: Risk management*. [online]. 2014 [cit. 2015-02-18]. Dostupné z: <http://www.maximapojistovna.cz/zajima-vas/rizeni-rizik-risk-management>
- [6] STRNAD, Petr. Řízení tržních rizik pomocí Value at Risk - úskalí a problémy. *Economic review*. 2009, sv. XXXVIII, č. 1., s. 91-102. ISSN 0323-262X. Dostupné z: www.risk-management.cz/clanky/PetrStrnad-ValueAtRisk.pdf

Seznam zkratek

CEIOPS	Evropský výbor orgánů dozoru nad pojišťovnictvím a zaměstnaneckým penzijním pojištěním
CR	Čistá výše rezerv pojistného životních pojištění
CR _{IF}	Čistá výše technických rezerv odpovídající životním pojištěním spojených s investičním fondem
CRK	Čistá výše nezáporného rizikového kapitálu
CRK _{RS}	Čistá výše nezáporného rizikového kapitálu u pojistných smluv kryjící riziko smrti
CVaR	Conditional Value at Risk
ČNB	Česká národní banka
DMS	Disponibilní míra solventnosti
$\tilde{\epsilon}$	Náhodná veličina z normálního rozdělení
E	Očekávaná hodnota
EIOPA	Evropský orgán pro pojišťovnictví a zaměstnanecké penzijní fondy
EIOPC	Evropský výbor pro pojišťovnictví a zaměstnanecké penzijní systémy
EK	Ekonomický kapitál
EU	Evropská unie
GF	Garanční fond
HR	Hrubá výše rezerv pojistného životních pojištění
HR ₁	Hrubá výše rezerv pojistného životních pojištění odpovídající obchodu, kdy pojišťovna nese investiční riziko
HR ₂	Hrubá výše rezerv pojistného životních pojištění odpovídající obchodu, kdy investiční riziko nese pojistník
HR _{IF}	Hrubá výše technických rezerv odpovídající životním pojištěním spojených s investičním fondem
HRK	Hrubá výše nezáporného rizikového kapitálu
HRK _{RS}	Hrubá výše nezáporného rizikového kapitálu u pojistných smluv kryjící riziko smrti
K	Převodní kurz mezi korunou a eurem
μ	Střední hodnota
MCR	Minimální kapitálový požadavek (Minimum capital requirement)

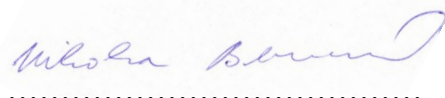
MGF	Minimální garanční fond
MMS	Minimální míra solventnosti
N	Hrubé náklady na pojistná plnění
NP	Neživotní pojištění
PMS	Požadovaná míra solventnosti
PZ ₁	Poměr mezi náklady na pojistná plnění a celkovými náklady na pojistná plnění, včetně změny stavu rezervy na pojistná plnění
PZ ₂	Poměr mezi náklady na pojistná plnění a celkovými náklady na pojistná plnění, včetně změny stavu rezervy na pojistná plnění
RK	Hrubá výše rezervy na pojistná plnění na konci referenčního období
RK ₁	Hrubá výše nezáporného rizikového kapitálu k životnímu pojištění s výjimkou dočasných pojištění pro případ smrti s pojistnou dobou nejvýše 5 let
RK ₂	Hrubá výše nezáporného rizikového kapitálu k dočasným pojištěním pro případ smrti s pojistnou dobou delší než 3 roky, nejvýše však 5 let
RK ₃	Hrubá výše nezáporného rizikového kapitálu k dočasným pojištěním pro případ smrti s pojistnou dobou nejvýše 3 roky
RZ	Hrubá výše rezervy na pojistná plnění na začátku referenčního období
σ	Směrodatná odchylka
S ₂	Průměrné roční hrubé náklady na pojistná plnění z neživotních pojištění
SCR	Solventnostní kapitálový požadavek (Solvency capital requirement)
SMS	Skutečná míra solventnosti
SN	Čisté správní náklady posledního účetního období odpovídající obchodu, kdy investiční riziko nese pojistník
T	Délka referenčního období
V	Výnosy dosažené z regresů
VaR	Value at Risk
var	Rozptyl
\tilde{z}	Náhodná složka
ŽP	Životní pojištění

Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, diplomovou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 24. dubna 2015



.....
jméno a příjmení studenta

Seznam příloh

Příloha č. 1: Odvětví životních pojištění dle zákona o pojišťovnictví

Příloha č. 2: Odvětví neživotních pojištění dle zákona o pojišťovnictví

Příloha č. 3: Odvětví neživotních pojištění podle Směrnice 2009/138/ES (Solvency II)

Příloha č. 4: Normální rozdělení zisku v jednotlivých letech